

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 1 月 2 8 日

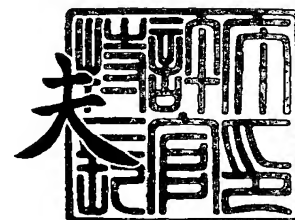
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 4 4 8 9 1
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 4 8 9 1]

出 願 人
Applicant(s): 株式会社デンソー

2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P02082

【提出日】 平成14年11月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 近藤 和吉

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100098420

【住所又は居所】 名古屋市中区金山一丁目 9 番 1 9 号 ミズノビル 4 階

【弁理士】

【氏名又は名称】 加古 宗男

【電話番号】 052-322-9771

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036571

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9406789

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の気筒を有する内燃機関の吸気管を流れる吸入空気量、吸気管圧力、筒内圧の少なくとも 1 つを検出する検出手段と、

各気筒の吸気行程毎又は圧縮行程毎に前記検出手段の出力波形の所定期間の面積を算出する面積算出手段と、

各気筒の前記所定期間の面積に基づいて気筒間の吸入空気量ばらつき率又は気筒別吸入空気量を算出する気筒間吸入空気量ばらつき算出手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 2】 前記検出手段は、前記吸入空気量又は吸気管圧力を検出し、前記面積算出手段は、前記所定期間を吸気脈動の反射波又は他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間に設定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 3】 前記面積算出手段は、前記所定期間を吸入空気量の極大値を含む期間又は吸気管圧力の極小値を含む期間に設定することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 4】 前記面積算出手段は、前記所定期間を吸気バルブの開弁期間に設定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 5】 前記面積算出手段は、前記所定期間を前記検出手段の検出遅れを考慮して設定することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 6】 前記面積算出手段は、前記所定期間を吸入空気量が平均値以上となる期間又は吸気管圧力が平均値以下となる期間に設定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 7】 前記検出手段は、筒内圧を検出し、前記面積算出手段は、前記所定期間を点火タイミング前に設定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【請求項 8】 前記面積算出手段は、燃料カット期間中又はクランキング時に、前記所定期間を筒内圧の極大値を含む期間に設定することを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、気筒間の吸入空気量ばらつき率又は気筒別吸入空気量を検出する内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、複数気筒の内燃機関では、各気筒の吸気マニホールド形状の違いや、吸気バルブのバルブクリアランスのばらつき等によって各気筒の吸入空気量（筒内充填空気量）にばらつきが生じる。このような気筒間の吸入空気量ばらつきは、各気筒のトルクや空燃比にばらつきを生じさせる原因となる。気筒間のトルクばらつきが大きくなると、エンジントルクのサイクル内変動が大きくなって、運転者に不快な振動が発生するおそれがある。また、気筒間の空燃比ばらつきが大きくなると、触媒に流入する排出ガスの空燃比のサイクル内変動が大きくなるため、排出ガスの空燃比の変動幅が触媒の浄化ウインドからはみ出して排出ガス浄化率が低下するおそれがある。

【0003】

これらの対策として、気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきを補正する方法が幾つか提案されている。例えば、特許文献 1（特開昭 62-17342 号公報）に示すように、クランク軸に設けたトルクセンサで各気筒毎にトルクを検出して、各気筒のトルクが全気筒の平均トルクになるように各気筒毎に燃料噴射量を補正するようにしたものがある。

【0004】

また、特許文献 2（特開 2000-220489 号公報）に示すように、排気管に設置した空燃比センサの出力に基づいて各気筒の空燃比を推定し、気筒間の空燃比ばらつきが小さくなるように各気筒毎に燃料噴射量を補正するようにした

ものがある。

【0005】

一般に、吸入空気量の制御はスロットルバルブによって行われるが、最近では、吸気バルブのリフト量を可変する可変吸気バルブ機構を設け、アクセル開度やエンジン運転状態等に応じて吸気バルブのリフト量を可変することで吸入空気量を制御する技術が開発されている。この可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御は、吸気バルブのリフト量を小さくすることによって、吸気通路をスロットルバルブで絞ることなく吸入空気量を少なくすることができるので、ポンピングロス を低減して燃費を向上させることができるという利点がある。

【0006】

しかし、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御では、低負荷時に吸気バルブのリフト量が小さくなるため、各気筒で目標リフト量に対する実リフト量のばらつき（各気筒の部品公差や組付公差によるばらつき）の割合が大きくなって、気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなる傾向がある。このため、気筒間の吸入空気量ばらつきの影響を受けて各気筒のトルクや空燃比が変動し易く、気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきが大きくなる傾向がある。

【0007】

【特許文献1】

特開昭62-17342号公報（第2頁等）

【特許文献2】

特開2000-220489号公報（第2頁～第3頁等）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記特許文献1、2では、各気筒毎にトルクや空燃比を検出して、その検出結果に基づいて各気筒毎に燃料噴射量を補正することで、各気筒のトルクばらつきや空燃比ばらつきを補正するようにしている。しかし、気筒間の吸入空気量ばらつきが大きくなると、単に燃料噴射量を補正するだけでは、各気筒のトルクばらつきや空燃比ばらつきを十分な精度で補正することは困難である。しかも、気筒間の吸入空気量ばらつきや吸入燃料量ばらつき等の複数の要因が絡み

合って気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきが発生している場合も、十分な精度で補正することは困難である。

【0009】

従って、気筒のトルクばらつきや空燃比ばらつきを十分な精度で補正するためには、気筒間の吸入空気量ばらつきを補正する機能を持たせることが望ましいが、これを実現するためには、気筒間の吸入空気量ばらつきを精度良く検出する技術を開発する必要がある。

【0010】

そこで、本発明者らは、吸気管を流れる吸入空気量を検出するエアフローメータや、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサの出力を用いて気筒間の吸入空気量ばらつきを検出する技術を研究しているが、エアフローメータや吸気管圧力センサは、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受ける吸気管集合部に設置されているため、エアフローメータや吸気管圧力センサの出力波形には、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉によるノイズ成分が含まれる。従って、エアフローメータや吸気管圧力センサの出力から気筒間の吸入空気量ばらつきを精度良く検出するためには、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を排除する必要がある。

【0011】

本発明はこれらの事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、気筒間の吸入空気量ばらつき率又は気筒別吸入空気量を精度良く検出できる内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の気筒別吸入空気量検出装置は、複数の気筒を有する内燃機関の吸気管を流れる吸入空気量、吸気管圧力、筒内圧の少なくとも1つを検出手段により検出し、各気筒の吸気行程毎又は圧縮行程毎に前記検出手段の出力波形の所定期間の面積を面積算出手段により算出する。そして、気筒の前記所定期間の面積に基づいて気筒間の吸入空気量ばらつき率又は気筒別吸入空気量を気筒間吸入空気量ばらつき算出手段により算出

する。

【0013】

ここで、検出手段の出力波形の面積を算出する理由は、検出手段の出力の瞬時値を用いる場合よりも出力波形の面積を用いた方がノイズ等の影響を少なくできるためである。また、出力波形の面積を算出する期間を“所定期間”に限定する理由は、出力波形の面積を算出する期間を誤差要因の少ない期間に限定するためである。

【0014】

例えば、吸入空気量又は吸気管圧力を検出する場合は、請求項2のように、検出手段の出力波形の面積を算出する所定期間を、吸気脈動の反射波又は他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間に設定することが好ましい。このようにすれば、吸入空気量又は吸気管圧力を検出する検出手段が吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受ける吸気管集合部に設置されている場合でも、検出手段の出力波形の面積を吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間についてのみ算出することができ、その面積を用いて気筒間の吸入空気量ばらつき率又は気筒別吸入空気量を精度良く算出することができる。

【0015】

一般に、吸入空気量が極大となる（吸気管圧力が極小となる）ときに、他気筒の吸気干渉の影響を最も受けにくいため、請求項3のように、前記所定期間を吸入空気量の極大値を含む期間又は吸気管圧力の極小値を含む期間に設定するようにしても良い。このようにすれば、検出手段の出力波形の面積を他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間についてのみ算出することができる。

【0016】

また、吸気バルブの開弁期間内に吸入空気量の極大点（吸気管圧力の極小点）が存在することを考慮して、請求項4のように、前記所定期間を吸気バルブの開弁期間に設定するようにしても良い。このようにすれば、設計・開発段階で、運転領域毎に所定期間を設定する必要がなくなり、適合工数を削減することができる利点がある。この場合、前記所定期間を吸気バルブの開弁期間のうち他気筒の吸気干渉波よりも吸入空気量が大きい期間に設定するようにしても良い。このよ

うにすれば、検出手段の出力波形の面積を他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間についてのみ算出することができる。

【0017】

また、吸気管内を流れる吸入空気が検出手段の周辺を通過してから実際に気筒内に吸入されるまでに時間的な遅れ（検出手段の検出遅れ）があるため、請求項5のように、前記所定期間を検出手段の検出遅れを考慮して設定するようにすると良い。このようにすれば、検出手段の検出遅れによる精度低下の問題を回避することができる。

【0018】

また、請求項6のように、前記所定期間を吸入空気量が平均値以上となる期間又は吸気管圧力が平均値以下となる期間に設定するようにしても良い。このようにすれば、前記請求項4の場合と同じく、設計・開発段階で、運転領域毎に所定期間を設定する必要がなくなり、適合工数を削減することができる利点がある。

【0019】

また、本発明は、筒内圧を検出して、筒内圧の検出波形の所定期間の面積を算出するようにしても良いが、この場合は、請求項7のように、筒内圧の検出波形の面積を算出する所定期間を点火タイミング前に設定することが望ましい。点火前の筒内圧は筒内充填空気の圧縮圧力であるが、点火後の筒内圧は、燃焼圧によって増大するため、点火後の筒内圧から筒内充填空気量の情報を取り出すことは困難である。従って、筒内圧の検出波形の面積を算出する所定期間を点火タイミング前に設定することが望ましく、それによって、筒内圧の検出波形の面積を算出する期間を誤差要因の少ない期間に限定することができる。

【0020】

この場合、請求項8のように、燃料カット期間中又はクランキング時には前記所定期間を筒内圧の極大値を含む期間に設定すると良い。燃料カット期間中やクランキング時には、筒内で燃焼が発生しておらず、筒内圧の極大値が筒内充填空気の最大圧縮圧力であるため、筒内圧の極大値を含む期間に筒内圧の検出波形の面積を算出すれば、算出精度を向上させることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】**《実施形態（１）》**

以下、本発明の実施形態（１）を図１乃至図１４に基づいて説明する。まず、図１に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関である例えば４気筒のエンジン１１は、第１気筒＃１～第４気筒＃４の４つの気筒を有し、このエンジン１１の吸気管１２の最上流部には、エアクリーナ１３が設けられ、このエアクリーナ１３の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ１４（検出手段）が設けられている。このエアフローメータ１４は、吸入空気の逆流も検出可能なエアフローメータが用いられている。エアフローメータ１４の下流側には、ＤＣモータ等によって開度調節されるスロットルバルブ１５とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ１６とが設けられている。

【００２２】

更に、スロットルバルブ１５の下流側には、サージタンク１７が設けられ、このサージタンク１７には、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ１８（検出手段）が設けられている。また、サージタンク１７には、エンジン１１の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド１９が設けられ、各気筒の吸気マニホールド１９の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁２０が取り付けられている。また、エンジン１１のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ２１が取り付けられ、各点火プラグ２１の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

【００２３】

また、エンジン１１の吸気バルブ２８と排気バルブ２９には、それぞれバルブリフト量を可変する可変バルブリフト機構３０、３１が設けられている。更に、吸気バルブ２８と排気バルブ２９に、それぞれバルブタイミング（開閉タイミング）を可変する可変バルブタイミング機構を設けるようにしても良い。尚、排気バルブ２９には、可変バルブリフト機構３１を設けずに、可変バルブタイミング機構のみを設けるようにしても良い。

【００２４】

一方、エンジン１１の排気管２２には、排出ガス中のＣＯ、ＨＣ、ＮＯ_x等を

浄化する三元触媒等の触媒 23 が設けられ、この触媒 23 の上流側に、排出ガスの空燃比を検出する空燃比センサ 24 が設けられている。また、エンジン 11 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 25 や、エンジン 11 のクランク軸が一定クランク角（例えば 30℃A）回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 26 が取り付けられている。このクランク角センサ 26 の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

【0025】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）27 に入力される。この ECU 27 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて燃料噴射弁 20 の燃料噴射量や点火プラグ 21 の点火時期を制御する。

【0026】

次に、図 2 に基づいて吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構 30 の構成を説明する。尚、排気バルブ 29 の可変バルブリフト機構 31 は、吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構 30 と実質的に同一構成であるため、説明を省略する。

【0027】

図 2 に示すように、吸気バルブ 28 を駆動するためのカムシャフト 32 とロッカーアーム 33 との間に、リンクアーム 34 が設けられ、このリンクアーム 34 の上方に、ステッピングモータ等のモータ 41 で回動駆動されるコントロールシャフト 35 が設けられている。コントロールシャフト 35 には、偏心カム 36 が一体的に回動可能に設けられ、この偏心カム 36 の軸心に対して偏心した位置に、リンクアーム 34 が支持軸（図示せず）を介して揺動可能に支持されている。このリンクアーム 34 の中央部には、揺動カム 38 が設けられ、この揺動カム 38 の側面が、カムシャフト 32 に設けられたカム 37 の外周面に当接している。また、リンクアーム 34 の下端部には、押圧カム 39 が設けられ、この押圧カム 39 の下端面が、ロッカーアーム 33 の中央部に設けられたローラ 40 の上端面に当接している。

【0028】

これにより、カムシャフト 32 の回転によってカム 37 が回転すると、そのカム 37 の外周面形状に追従してリンクアーム 34 の揺動カム 38 が左右に移動して、リンクアーム 34 が左右に揺動する。リンクアーム 34 が左右に揺動すると、押圧カム 39 が左右に移動するため、押圧カム 39 の下端面形状に応じてロッカーアーム 33 のローラ 40 が上下に移動して、ロッカーアーム 33 が上下に揺動する。このロッカーアーム 33 の上下動によって吸気バルブ 28 が上下動するようになっている。

【0029】

一方、コントロールシャフト 35 の回転によって偏心カム 36 が回転すると、リンクアーム 34 の支持軸の位置が移動して、リンクアーム 34 の押圧カム 39 とロッカーアーム 33 のローラ 40 との初期の接触点位置が変化する。また、リンクアーム 34 の押圧カム 39 の下端面は、左側部分にロッカーアーム 33 の押圧量が 0（吸気バルブ 28 のバルブリフト量が 0）となるような曲率でベース曲面 39a が形成され、このベース曲面 39a から右方に向かうに従ってロッカーアーム 33 の押圧量が大きくなる（吸気バルブ 28 のバルブリフト量が大きくなる）ような曲率で押圧曲面 39b が形成されている。

【0030】

吸気バルブ 28 のバルブリフト量を大きくする高リフトモードの場合には、コントロールシャフト 35 の回転によってリンクアーム 34 の押圧カム 39 とロッカーアーム 33 のローラ 40 との初期の接触点位置を右方に移動させる。これにより、カム 37 の回転によって押圧カム 39 が左右に移動したときに押圧カム 39 の下端面のうちローラ 40 に接触する区間が右方に移動するため、ロッカーアーム 33 の最大押圧量が大きくなって吸気バルブ 28 の最大バルブリフト量が大きくなると共に、ロッカーアーム 33 が押圧される期間が長くなって吸気バルブ 28 の開弁期間が長くなる。

【0031】

一方、吸気バルブ 28 のバルブリフト量を小さくする低リフトモードの場合には、コントロールシャフト 35 の回転によってリンクアーム 34 の押圧カム 39 とロッカーアーム 33 のローラ 40 との初期の接触点位置を左方に移動させる。

これにより、カム 37 の回転によって押圧カム 39 が左右に移動したときに押圧カム 39 の下端面のうちローラ 40 に接触する区間が左方に移動するため、ロッカーアーム 33 の最大押圧量が小さくなって吸気バルブ 28 の最大バルブリフト量が小さくなると共に、ロッカーアーム 33 が押圧される期間が短くなって吸気バルブ 28 の開弁期間が短くなる。

【0032】

以上説明した可変バルブリフト機構 30 では、モータ 41 でコントロールシャフト 35 を回転させてリンクアーム 34 の押圧カム 39 とロッカーアーム 33 のローラ 40 との初期の接触点位置を連続的に移動させれば、全気筒（#1～#4）の吸気バルブ 28 の最大バルブリフト量と開弁期間（以下単に「吸気バルブリフト量」という）を一括して連続的に可変することができる。

【0033】

ECU 27 は、ROM に記憶された可変バルブ制御プログラム（図示せず）を実行することで、アクセル開度やエンジン運転状態等に基づいて吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構 30 を制御して、吸気バルブ 28 のバルブリフト量を連続的に可変して吸入空気量を制御する。尚、可変バルブリフト機構 30 と可変バルブタイミング機構を併用したシステムの場合には、バルブリフト量とバルブタイミングの両方を連続的に可変して吸入空気量を制御するようにしても良い。

【0034】

また、ECU 27 は、後述する気筒間ばらつき補正用の各ルーチンを実行することで、各気筒の吸気行程毎にエアフローメータ 14 の出力波形（吸入空気量）の所定期間の面積を算出し、この面積に基づいて気筒間の吸入空気量ばらつき率 $DEV(i)$ を算出した後、この気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(i)$ に基づいて吸気バルブリフト量 VVL を補正して、気筒間の吸入空気量のばらつきを補正する。この場合、エアフローメータ 14 の出力波形の面積を算出する期間は、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間、具体的には、吸入空気量の極大値を含む期間に設定されている。

【0035】

以下、本実施形態（1）で ECU 27 が実行する気筒間ばらつき補正用の各ル

ーチンの処理内容を説明する。

【0036】

[気筒間ばらつき補正ルーチン]

図3に示す気筒間ばらつき補正ルーチンは、エンジン運転中に所定周期で実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ101で、気筒間ばらつき補正実行条件が成立しているか否かを判定する。ここで、気筒間ばらつき補正実行条件は、例えば、次の2つの条件①、②を両方とも満たすことである。

①始動後所定時間以上が経過していること（つまり始動直後の不安定な運転状態でないこと）

②過渡運転状態でないこと（つまり定常運転状態であること）

【0037】

これら2つの条件①、②を両方とも満たせば、気筒間ばらつき補正実行条件が成立するが、いずれか一方でも満たさない条件があれば、気筒間ばらつき補正実行条件が不成立となる。

もし、気筒間ばらつき補正実行条件が不成立と判定されれば、ステップ102以降の気筒間ばらつき補正に関する処理を実行することなく、本ルーチンを終了する。

【0038】

一方、上記ステップ101で、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していると判定された場合には、ステップ102以降の気筒間ばらつき補正に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ102で、後述する図11の気筒間吸入空気量ばらつき率算出ルーチンによって算出された気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)を読み込む。

【0039】

この後、ステップ103に進み、各気筒毎に気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)に応じた基本リフト補正量FVVL1(#i)を図4のマップを用いて算出する。ここで、(#i)は気筒番号であり、(#1)～(#4)のいずれかを意味する。図4のマップは、気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)がプラス値となる領域では、基本リフト補正量FVVL1(#i)が減量値（マイナス値）となり、気筒間吸入空

気量ばらつき率 $DEV(\#i)$ がマイナス値となる領域では、基本リフト補正量 $FVVL1(\#i)$ が増量値（プラス値）となる。つまり、ある気筒の吸入空気量が全気筒の平均吸入空気量よりも多くなるほど、基本リフト補正量 $FVVL1(\#i)$ による減量補正量が大きくなり、反対に、ある気筒の吸入空気量が全気筒の平均吸入空気量よりも少なくなるほど、基本リフト補正量 $FVVL1(\#i)$ による増量補正量が大きくなる。尚、気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(\#i)$ が 0 付近の所定領域では、基本リフト補正量 $FVVL1(\#i) = 0$ に設定され、吸気バルブリフト量 VVL が補正されない。

【0040】

そして、次のステップ 104 で、エンジン回転速度 NE とエアフローメータ 14 で検出した吸入空気量 GA （平均空気流量）を読み込んだ後、ステップ 105 に進み、図 5 に示す補正係数 $FVVL2$ のマップを検索して、各気筒毎に現在のエンジン運転条件（例えばエンジン回転速度 NE と吸入空気量 GA ）に応じた補正係数 $FVVL2(\#i)$ を算出する。

【0041】

一般に、吸入空気量 GA が少なくなると（吸気バルブリフト量が小さくなると）、吸気バルブリフト量補正の影響を受けやすくなるため、図 5 の補正係数 $FVVL2$ のマップは、吸入空気量 GA が少なくなるほど、補正係数 $FVVL2$ が小さくなるように設定されている。

【0042】

この後、ステップ 106 に進み、各気筒の基本リフト補正量 $FVVL1(\#i)$ に補正係数 $FVVL2(\#i)$ を乗算して、各気筒のリフト補正量 $FVVL(\#i)$ を求める。

$$FVVL(\#i) = FVVL1(\#i) \times FVVL2(\#i)$$

【0043】

この後、ステップ 107 に進み、補正前の全気筒の平均バルブリフト量 VVL に各気筒のリフト補正量 $FVVL(\#i)$ を加算して、最終目標バルブリフト量 VVL_M を求める。

【0044】

この場合、クランク角カウンタ CCRNK = 12 ~ 17 の期間、つまり、第 1 気筒 # 1 の吸気行程に対応する期間は、第 1 気筒 # 1 のバルブリフト補正量 FVVL (#1) を用いて、最終目標バルブリフト量 VVLM を次式により算出する。

$$VVLM = VVL + FVVL (\#1)$$

【0045】

クランク角カウンタ CCRNK = 6 ~ 11 の期間、つまり、第 2 気筒 # 2 の吸気行程に対応する期間は、第 2 気筒 # 2 のバルブリフト補正量 FVVL (#2) を用いて、最終目標バルブリフト量 VVLM を次式により算出する。

$$VVLM = VVL + FVVL (\#2)$$

【0046】

クランク角カウンタ CCRNK = 18 ~ 23 の期間、つまり、第 3 気筒 # 3 の吸気行程に対応する期間は、第 3 気筒 # 3 のバルブリフト補正量 FVVL (#3) を用いて、最終目標バルブリフト量 VVLM を次式により算出する。

$$VVLM = VVL + FVVL (\#3)$$

【0047】

クランク角カウンタ CCRNK = 0 ~ 5 の期間、つまり、第 4 気筒 # 4 の吸気行程に対応する期間は、第 4 気筒 # 4 のバルブリフト補正量 FVVL (#4) を用いて、最終目標バルブリフト量 VVLM を次式により算出する。

$$VVLM = VVL + FVVL (\#4)$$

【0048】

この後、ステップ 108 に進み、各気筒の吸気行程に対応して変化する各気筒の最終目標バルブリフト量 VVLM に応じて吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構 30 のモータ 41 を高速駆動して、各気筒の吸気行程毎に吸気バルブリフト量を補正して各気筒の吸入空気量を補正する。これにより、気筒間の吸入空気量ばらつきを補正する。

【0049】

[吸入空気量面積出メインルーチン]

図 6 に示す吸入空気量面積算出メインルーチンは、エアフローメータ 14 の出力電圧の A/D 変換タイミング (例えば 4 ms 周期) で起動される。本ルーチン

が起動されると、まずステップ 201 で、前記ステップ 101 と同じ気筒間ばらつき補正実行条件が成立しているか否かを判定し、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していなければ、ステップ 202 以降の所定期間の吸入空気量面積の算出に関する処理を実行することなく、本ルーチンを終了する。

【0050】

一方、上記ステップ 201 で、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していると判定されれば、ステップ 202 以降の所定期間の吸入空気量面積の算出に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ 202 で、エアフローメータ 14 のフィルタ処理後の出力電圧 VAFM を読み込んだ後、ステップ 203 に進み、図 7 の瞬時空気流量 GAFM マップを用いて、エアフローメータ 14 の出力電圧 VAFM を、エアフローメータ 14 を通過する瞬時空気流量 GAFM に変換する。尚、図 7 の瞬時空気流量 GAFM マップは、エアフローメータ 14 が逆流も検出できる場合のマップであり、逆流の場合は、瞬時空気流量 GAFM がマイナス値となる。

【0051】

この後、ステップ 204 に進み、クランク角カウンタ CCRNK のカウント値を読み込む。このクランク角カウンタ CCRNK は、クランク角センサ 26 の出力信号に基づいて例えば 30℃A 毎に「1」ずつインクリメントされるため、クランク角カウンタ CCRNK の 24 カウントが 1 サイクル (720℃A) に相当する。尚、クランク角カウンタ CCRNK は、「24」になった時点で「0」にリセットされる。また、クランク角カウンタ CCRNK = 0 のクランク回転位置が、第 1 気筒 # 1 の圧縮上死点 (圧縮 TDC) に相当し、クランク角カウンタ CCRNK = 6、12、18 のクランク回転位置が、それぞれ第 3 気筒 # 3、第 4 気筒 # 4、第 2 気筒 # 2 の圧縮 TDC に相当するように設定されている。

【0052】

そして、次のステップ 205 で、図 8 に示す各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンを実行して、各気筒の所定期間の吸入空気量 (エアフローメータ 14 の出力波形) の面積 GASUM(#i) を算出する。

【0053】

[各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチン]

図8に示す各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンは、図6のステップ205で起動されるサブルーチンであり、特許請求の範囲でいう面積算出手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まずステップ211で、各気筒の吸入空気量面積（エアフローメータ14の出力波形の面積）を算出する所定期間Pを図9のマップを用いて算出する。ここで、図10に示すように、所定期間Pは、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間、具体的には、エアフローメータ14の出力波形（吸入空気量）の極大値を含む期間に設定されている。

【0054】

図9の所定期間Pのマップは、エンジン回転速度NEと吸入空気量GAをパラメータとして所定期間Pを算出するマップであり、エンジン回転速度NEが低い領域や、吸入空気量GAが多い領域で、脈動波の振幅が大きくなるほど、所定期間Pが長くなるように設定される。

【0055】

所定期間Pの算出後、ステップ212に進み、エアフローメータ14で検出した瞬時空気流量GAFMが極大値であるか否かを判定する。この極大値の判定方法は、例えば瞬時空気流量GAFMの今回値を前回値と比較して、瞬時空気流量GAFMの変化方向が増加から減少に反転したか否かによって判定すれば良い。

【0056】

このステップ212で、瞬時空気流量GAFMが極大値でないと判定されれば、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。その後、瞬時空気流量GAFMが極大値になった時点で、ステップ213に進み、クランク角カウンタCCRNK=12~17の期間（つまり第1気筒#1の吸気行程に対応する期間）であるか否かを判定し、CCRNK=12~17であれば、ステップ214に進み、第1気筒#1の吸気行程の所定期間P（極大値となる時点tを中心にしてその前後P/2以内の期間）について瞬時空気流量GAFMを積算して第1気筒吸入空気量面積GASUM(#1)を求める。尚、瞬時空気流量GAFMのデータは、所定のサンプリング周期（例えば4ms周期）で検出する毎にECU27のRA

Mに時系列的に記憶され、所定期間Pについて瞬時空気流量GAFMの記憶データを積算して吸入空気量面積GASUM(#1)を求めた後に、瞬時空気流量GAFMの記憶データがクリアされる。

【0057】

上記ステップ213で「No」と判定されて、ステップ215で、クランク角カウンタCCRNK=6~11の期間（つまり第2気筒#2の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ216に進み、第2気筒#2の吸気行程の所定期間Pについて瞬時空気流量GAFMを積算して第2気筒吸入空気量面積GASUM(#2)を求める。

【0058】

上記ステップ213、215で「No」と判定されて、ステップ217で、クランク角カウンタCCRNK=18~23の期間（つまり第3気筒#3の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ218に進み、第3気筒#3の吸気行程の所定期間Pについて瞬時空気流量GAFMを積算して第3気筒吸入空気量面積GASUM(#3)を求める。

【0059】

上記ステップ213、215、217で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタCCRNK=0~5の期間（第4気筒#4の吸気行程に対応する期間）である場合は、ステップ219に進み、第4気筒#4の吸気行程の所定期間Pについて瞬時空気流量GAFMを積算して第4気筒吸入空気量面積GASUM(#4)を求める。

【0060】

[気筒間吸入空気量ばらつき率算出ルーチン]

図11に示す気筒間吸入空気量ばらつき率算出ルーチンは、サイクル毎（4気筒エンジンの場合は180℃A毎）に実行され、特許請求の範囲でいう気筒間吸入空気量ばらつき算出手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まずステップ221で、各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を読み込み、次のステップ222で、各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を気筒間でなまし処理して、各気筒の吸入空気量面積なまし値GASUMSM(#i)を求める。

【0061】

$$\text{GASUMSM}(\#i) = \text{GASUMSM}(\#i-1) + K1 \times \{ \text{GASUM}(\#i) - \text{GASUMSM}(\#i-1) \}$$

ここで、K1は、なまし係数であり、GASUMSM(#i-1)は、(#i-1)番の気筒の吸入空気量面積なまし値である。

この後、ステップ223に進み、各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)を次式により算出する。

【0062】

【数1】

$$\text{DEV}(\#i) = \frac{\text{GASUMSM}(\#i)}{\sum_{i=1}^4 \text{GASUMSM}(\#i) / 4} \times K2$$

(K2 : 補正係数)

【0063】

上式の分母は、全気筒の吸入空気量面積なまし値GASUMSM(#i)の平均値であり、K2は、吸入空気量面積のばらつきを吸入空気量のばらつきに変換するための補正係数であり、図12のマップにより設定される。一般に、各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を算出する所定期間Pが短くなるほど、吸入空気量面積GASUM(#i)のばらつきが小さくなるため、所定期間Pが短くなるほど、補正係数K2が大きくなるように設定される。

【0064】

上記【数1】式から明らかなように、各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)は、各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率なまし値GASUMSM(#i)を全気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率なまし値の平均値で割り算して、それに補正係数K2を乗算した値である。

【0065】

この気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)に、エアフローメータ14で検出

した吸入空気量 G_A (平均空気流量) を乗算すれば、気筒別吸入空気量を求めることができる。

【0066】

以上説明した本実施形態 (1) の気筒間ばらつき補正の実行例を図 13 及び図 14 に示すタイムチャートを用いて説明する。

気筒間ばらつき補正実行条件が成立して気筒間ばらつき補正実行フラグが ON されている期間は、図 13 に示すように、各気筒の吸気行程毎に、所定期間 (瞬時空気流量 G_{AFM} が極大値となる時点 t を中心にしてその前後 $P/2$ 以内の期間) の吸入空気量面積 $G_{SUM}(#i)$ を算出し、各気筒の吸入空気量面積 $G_{SUM}(#i)$ を気筒間でなまし処理して、各気筒の吸入空気量面積なまし値 $G_{SUMSM}(#i)$ を求める。このようにして、全気筒の吸入空気量面積なまし値 $G_{SUMSM}(#i)$ を求める毎 (720℃A 毎) に、各気筒の吸入空気量面積なまし値 $G_{SUMSM}(#i)$ を全気筒の吸入空気量面積なまし値の平均値で割り算して、それに補正係数 K_2 を乗算して各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(#i)$ を求める。

【0067】

図 14 に示すように、各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(#i)$ を算出する毎に、気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(#i)$ とエンジン運転条件に応じてリフト補正量 $FVVL(#i)$ を算出し、180℃A 毎に、補正前の全気筒の平均バルブリフト量 VVL に該当気筒のリフト補正量 $FVVL(#i)$ を加算して、最終目標バルブリフト量 $VVLM$ を求める。

【0068】

このようにして、各気筒の吸気行程に対応して変化する各気筒の最終目標バルブリフト量 $VVLM$ に応じて吸気バルブ 28 の可変バルブリフト機構 30 のモータ 41 を高速駆動して、各気筒の吸気行程毎に吸気バルブリフト量を補正して各気筒の吸入空気量を補正する。これにより、気筒間の吸入空気量ばらつきを補正する。

【0069】

尚、各気筒の吸気バルブ 28 を電磁アクチュエータで駆動する構成の可変バル

ブ機構に本発明を適用する場合には、各気筒の最終目標バルブリフト量 VVL_M に応じて各気筒の電磁アクチュエータの制御量を補正することで、各気筒の吸気バルブリフト量を補正して各気筒の吸入空気量を補正するようにすれば良い。

【0070】

以上説明した本実施形態（1）によれば、吸入空気量面積 $GASUM(i)$ を算出する所定期間 P を、瞬時空気流量 $GAFM$ の極大値を含む期間に設定したので、この所定期間 P を吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間に設定することができる。これにより、各気筒の吸入空気量面積 $GASUM(i)$ を用いて各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(i)$ を精度良く算出することができ、この気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(i)$ を用いて吸気バルブリフト量を補正することで、気筒間の吸入空気量ばらつきを精度良く補正することができ、それによって、気筒間のトルクばらつきや空燃比ばらつきを両方とも低減することができる。

【0071】

《実施形態（2）》

上記実施形態（1）では、吸入空気量面積 $GASUM(i)$ を算出する所定期間 P を瞬時空気流量 $GAFM$ の極大値を含む期間に設定したが、図15乃至図18に示す本発明の実施形態（2）では、吸気バルブ28の開弁期間内に瞬時空気流量 $GAFM$ の極大点が存在することを考慮して、吸入空気量面積 $GASUM(i)$ を算出する所定期間を吸気バルブ28の開弁期間に設定するようにしている（図17参照）。

【0072】

この場合、吸気管12内を流れる吸入空気がエアフローメータ14の周辺を通過してから実際に気筒内に吸入されるまでに時間的な遅れ（エアフローメータ14の検出遅れ）があるため、本実施形態（2）では、吸入空気量面積 $GASUM(i)$ を算出する所定期間をエアフローメータ14の検出遅れを考慮して設定するようにしている。

【0073】

本実施形態（2）では、図15のルーチンを実行して各気筒の吸入空気量面積

GASUM(#i)を次のようにして算出する。まず、ステップ301で、図16のマップを用いて、現在の吸気バルブリフト量VVLとエンジン回転速度NEに応じたエアフローメータ14の検出遅れ時間DLYを算出する。図16のマップは低回転域で吸気バルブリフト量VVLが大きくなるほど、気筒内に吸入される空気の流速が遅くなることを考慮して、低回転域で吸気バルブリフト量VVLが大きくなるほど、検出遅れ時間DLYが大きくなるように設定されている。

【0074】

検出遅れ時間DLYの算出後、ステップ302に進み、吸気バルブ28の開弁期間（吸気バルブ開弁フラグのON期間）に対してエアフローメータ14の検出遅れ時間DLY分遅れた期間であるか否かを判定する。ここで、吸気バルブ28の開弁期間は、吸気バルブリフト量VVLを検出するリフトセンサ（図示せず）の出力に基づいて判定したり、或は、開弁期間の制御目標値を用いるようにしても良い。

【0075】

もし、吸気バルブ28の開弁期間に対してエアフローメータ14の検出遅れ時間DLY分遅れた期間でなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。その後、吸気バルブ28の開弁期間に対してエアフローメータ14の検出遅れ時間DLY分遅れた期間になった時点で、ステップ303に進み、クランク角カウンタCCRNK=12~17の期間（つまり第1気筒#1の吸気行程に対応する期間）であるか否かを判定し、CCRNK=12~17であれば、ステップ304に進み、前回までの第1気筒吸入空気量面積GASUM(#1)の記憶値に今回の瞬時空気流量GAFMを積算して第1気筒吸入空気量面積GASUM(#1)の記憶値を更新する。

【0076】

上記ステップ303で「No」と判定されて、ステップ305で、クランク角カウンタCCRNK=6~11の期間（つまり第2気筒#2の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ306に進み、前回までの第2気筒吸入空気量面積GASUM(#2)の記憶値に今回の瞬時空気流量GAFMを積算して第2気筒吸入空気量面積GASUM(#2)の記憶値を更新する。

【0077】

上記ステップ303、305で「No」と判定されて、ステップ307で、クランク角カウンタCCRNK=18～23の期間（つまり第3気筒#3の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ308に進み、前回までの第3気筒吸入空気量面積GASUM(#3)の記憶値に今回の瞬時空気流量GAFMを積算して第3気筒吸入空気量面積GASUM(#3)の記憶値を更新する。

【0078】

上記ステップ303、305、307で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタCCRNK=0～5の期間（第4気筒#4の吸気行程に対応する期間）である場合は、ステップ309に進み、前回までの第4気筒吸入空気量面積GASUM(#4)の記憶値に今回の瞬時空気流量GAFMを積算して第4気筒吸入空気量面積GASUM(#4)の記憶値を更新する。

【0079】

以上説明した本実施形態（2）によれば、図18に示すように、各気筒の吸気バルブ28の開弁期間終了タイミング（吸気バルブ開弁フラグのON期間終了タイミング）からエアフローメータ14の検出遅れ時間DLY経過する毎に、各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を更新する。その他の処理は、前記実施形態（1）と同じである。

【0080】

本実施形態（2）でも、前記実施形態（1）と同じ効果を得ることができる。しかも、吸入空気量面積GASUM(#i)を算出する所定期間を吸気バルブ28の開弁期間に設定するようにしたので、設計・開発段階で、運転領域毎に所定期間を設定する必要がなくなり、適合工数を削減することができる利点がある。

【0081】

《実施形態（3）》

図19乃至図21に示す本発明の実施形態（3）は、吸入空気量面積GASUM(#1)を算出する所定期間を、瞬時空気流量GAFMが平均値以上となる期間に設定したところに特徴がある（図20参照）。

【0082】

本実施形態（３）では、図１９のルーチンを実行して各気筒の吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を次のようにして算出する。まず、ステップ 301a で、エアフローメータ 14 で検出した平均空気流量 GA を読み込む。この後、ステップ 302a に進み、瞬時空気流量 $GA FM$ が平均空気流量 GA 以上であるか否かを判定する。

【0083】

もし、瞬時空気流量 $GA FM$ が平均空気流量 GA 未満であれば、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了するが、瞬時空気流量 $GA FM$ が平均空気流量 GA 以上であれば、前記実施形態（２）と同じ処理（ステップ 303～309）によって各気筒の吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を算出する。

【0084】

以上説明した本実施形態（３）によれば、図 21 に示すように、各気筒の瞬時空気流量 $GA FM$ が平均値以上となる期間が終了する毎に、各気筒の吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を更新する。その他の処理は、前記実施形態（１）と同じである。

【0085】

本実施形態（３）のように、吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を算出する所定期間を瞬時空気流量 $GA FM$ が平均値以上となる期間に設定すれば、前記実施形態（２）と同じく、設計・開発段階で、運転領域毎に所定期間を設定する必要がなくなり、適合工数を削減することができる利点がある。

【0086】

《実施形態（４）》

上記実施形態（１）～（３）では、エアフローメータ 14 で検出した瞬時空気流量 $GA FM$ を用いて各気筒の所定期間の吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を算出するようにしたが、図 22 乃至図 25 に示す本発明の実施形態（４）では、吸気管圧力センサ 18（検出手段）で検出した瞬時吸気管圧力 $P MAP$ を用いて瞬時空気流量 $G MAP$ を算出し、この瞬時空気流量 $G MAP$ を用いて各気筒の所定期間の吸入空気量面積 $GASUM(\#i)$ を算出するようにしたところに特徴がある。

【0087】

エンジン運転中は、図 25 に示すように、エアフローメータ 14 の出力（瞬時空気流量 G A F M）の脈動に同期して吸気管圧力センサ 18 の出力（瞬時吸気管圧力 P M A P）が脈動し、エアフローメータ 14 の出力（瞬時空気流量 G A F M）が極大になるときに吸気管圧力センサ 18 の出力（瞬時吸気管圧力 P M A P）が極小となる。

また、吸気管圧力センサ 18 で検出した瞬時吸気管圧力 P M A P は、次のノズルの式により瞬時空気流量 G M A P に変換できる。

【0088】

【数 2】

瞬時空気流量 G M A P 算出式（ノズルの式）

$$GMAP = \mu \cdot A_v \sqrt{\frac{2\kappa}{\kappa-1} \rho \cdot Pa \left\{ \left[\frac{PMAP}{Pa} \right]^{\frac{2}{\kappa}} - \left[\frac{PMAP}{Pa} \right]^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right\}}$$

A_v : 吸気バルブ開口面積

κ : 比熱比

ρ : ガス密度

μ : 流量係数

Pa : 大気圧

【0089】

従って、吸気管圧力センサ 18 の出力（瞬時吸気管圧力 P M A P）を上記ノズルの式により瞬時空気流量 G M A P に変換すれば、前記実施形態（1）～（3）とほぼ同じ手法で各気筒の所定期間の吸入空気量面積 G A S U M(#i)を算出することができる。

【0090】

本実施形態（4）では、吸気管圧力センサ 18 の出力から各気筒の所定期間の吸入空気量面積 G A S U M(#i)を算出するために、図 22 に示す吸入空気量面積算出メインルーチンを吸気管圧力センサ 18 の出力の A/D 変換タイミング（例えば 4 m s 周期）で実行する。本ルーチンが起動されると、まずステップ 401

で、前記図3のステップ101と同じ気筒間ばらつき補正実行条件が成立しているか否かを判定し、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していなければ、ステップ402以降の所定期間の吸入空気量面積の算出に関する処理を実行することなく、本ルーチンを終了する。

【0091】

一方、上記ステップ401で、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していると判定されれば、ステップ402以降の所定期間の吸入空気量面積の算出に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ402で、吸気管圧力センサ18のフィルタ処理後の出力電圧VMA Pを読み込んだ後、ステップ403に進み、図23の瞬時吸気管圧力PMA Pマップを用いて、吸気管圧力センサ18の出力電圧VMA Pを、吸気管圧力センサ18周辺部の瞬時吸気管圧力PMA Pに変換する。

【0092】

この後、ステップ404に進み、前記[数2]式を用いて、瞬時吸気管圧力PMA Pを、吸気管圧力センサ18を通過する瞬時空気流量GMA Pに変換する。そして、次のステップ405で、クランク角カウンタCCRNKのカウント値を読み込んだ後、ステップ406に進み、図24に示す各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンを実行して、各気筒の所定期間の吸入空気量の面積GASUM(#i)を次のようにして算出する。

【0093】

まず、ステップ411で、各気筒の吸入空気量面積（瞬時空気流量GMA Pの面積）を算出する所定期間Pを前記図9のマップを用いて算出する。ここで、所定期間Pは、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間、具体的には、吸気管圧力センサ18の出力（瞬時吸気管圧力PMA P）から換算した瞬時空気流量GMA Pの極大値（瞬時吸気管圧力PMA Pの極小値）を含む期間に設定されている。

【0094】

そして、次のステップ412で、吸気管圧力センサ18の出力（瞬時吸気管圧力PMA P）から換算した瞬時空気流量GMA Pが極大値であるか否かを判定す

る。この極大値の判定方法は、例えば瞬時空気流量 GMAP の今回値を前回値と比較して、瞬時空気流量 GMAP の変化方向が増加から減少に反転したか否かによって判定すれば良い。

【0095】

もし、瞬時空気流量 GMAP が極大値でなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。その後、瞬時空気流量 GMAP が極大値になった時点で、ステップ 413 に進み、クランク角カウンタ CCRNK = 12 ~ 17 の期間（つまり第 1 気筒 # 1 の吸気行程に対応する期間）であるか否かを判定し、CCRNK = 12 ~ 17 であれば、ステップ 414 に進み、第 1 気筒 # 1 の吸気行程の所定期間 P（極大値となる時点 t を中心にしてその前後 P / 2 以内の期間）について瞬時空気流量 GMAP を積算して第 1 気筒吸入空気量面積 GASUM(#1) を求める。

【0096】

上記ステップ 413 で「No」と判定されて、ステップ 415 で、クランク角カウンタ CCRNK = 6 ~ 11 の期間（つまり第 2 気筒 # 2 の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ 416 に進み、第 2 気筒 # 2 の吸気行程の所定期間 P について瞬時空気流量 GMAP を積算して第 2 気筒吸入空気量面積 GASUM(#2) を求める。

【0097】

上記ステップ 413、415 で「No」と判定されて、ステップ 417 で、クランク角カウンタ CCRNK = 18 ~ 23 の期間（つまり第 3 気筒 # 3 の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ 418 に進み、第 3 気筒 # 3 の吸気行程の所定期間 P について瞬時空気流量 GMAP を積算して第 3 気筒吸入空気量面積 GASUM(#3) を求める。

【0098】

上記ステップ 413、415、417 で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタ CCRNK = 0 ~ 5 の期間（第 4 気筒 # 4 の吸気行程に対応する期間）である場合は、ステップ 419 に進み、第 4 気筒 # 4 の吸気行程の所定期間 P について瞬時空気流量 GMAP を積算して第 4 気筒吸入空気量面積

GASUM(#4)を求める。その他の処理は、前記実施形態(1)と同じである。

以上説明した本実施形態(4)では、前記実施形態(1)と同じ効果を得ることができる。

【0099】

《実施形態(5)》

上記実施形態(4)では、吸入空気量面積GASUM(#i)を算出する所定期間Pを瞬時空気流量GMAPの極大値(瞬時吸気管圧力PMAPの極小値)を含む期間に設定したが、図26に示す本発明の実施形態(5)では、前記実施形態(2)と同じように、吸入空気量面積GASUM(#1)を算出する所定期間を、吸気バルブ28の開弁期間に対して吸気管圧力センサ18の検出遅れ時間DLY分遅れた期間に設定するようにしている。

【0100】

本実施形態(5)では、図26のルーチンを実行して各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を次のようにして算出する。まず、ステップ501で、前記図16と同様のマップを用いて、現在の吸気バルブリフト量VVLとエンジン回転速度NEに応じた吸気管圧力センサ18の検出遅れ時間DLYを算出する。

【0101】

この後、ステップ502に進み、吸気バルブ28の開弁期間に対して吸気管圧力センサ18の検出遅れ時間DLY分遅れた期間であるか否かを判定し、吸気バルブ28の開弁期間に対して吸気管圧力センサ18の検出遅れ時間DLY分遅れた期間でなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

【0102】

その後、吸気バルブ28の開弁期間に対して吸気管圧力センサ18の検出遅れ時間DLY分遅れた期間になった時点で、ステップ503に進み、クランク角カウンタCCRNK=12~17の期間(つまり第1気筒#1の吸気行程に対応する期間)であるか否かを判定し、CCRNK=12~17であれば、ステップ504に進み、前回までの第1気筒吸入空気量面積GASUM(#1)の記憶値に今回の瞬時空気流量GMAPを積算して第1気筒吸入空気量面積GASUM(#1)の記憶値を更新する。

【0103】

上記ステップ503で「No」と判定されて、ステップ505で、クランク角カウンタCCRNK=6~11の期間（つまり第2気筒#2の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ506に進み、前回までの第2気筒吸入空気量面積GASUM(#2)の記憶値に今回の瞬時空気流量GMAPを積算して第2気筒吸入空気量面積GASUM(#2)の記憶値を更新する。

【0104】

上記ステップ503、505で「No」と判定されて、ステップ507で、クランク角カウンタCCRNK=18~23の期間（つまり第3気筒#3の吸気行程に対応する期間）であると判定されれば、ステップ508に進み、前回までの第3気筒吸入空気量面積GASUM(#3)の記憶値に今回の瞬時空気流量GMAPを積算して第3気筒吸入空気量面積GASUM(#3)の記憶値を更新する。

【0105】

上記ステップ503、505、507で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタCCRNK=0~5の期間（第4気筒#4の吸気行程に対応する期間）である場合は、ステップ509に進み、前回までの第4気筒吸入空気量面積GASUM(#4)の記憶値に今回の瞬時空気流量GMAPを積算して第4気筒吸入空気量面積GASUM(#4)の記憶値を更新する。

以上説明した本実施形態（5）でも、前記実施形態（2）と同じ効果を得ることができる。

【0106】

《実施形態（6）》

図27に示す本発明の実施形態（6）は、前記実施形態（3）と同じく、吸入空気量面積GASUM(#1)を算出する所定期間を、瞬時空気流量GMAPが平均値以上となる期間に設定したところに特徴がある。

【0107】

本実施形態（6）では、図27のルーチンを実行して各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を次のようにして算出する。まず、ステップ501aで、エアフローメータ14で検出した平均空気流量GAを読み込む。この後、ステップ50

2 aに進み、瞬時吸気管圧力PMA Pから算出した瞬時空気流量GMA Pが平均空気流量GA以上であるか否かを判定する。

【0108】

もし、瞬時空気流量GMA Pが平均空気流量GA未満であれば、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了するが、瞬時空気流量GMA Pが平均空気流量GA以上であれば、前記実施形態(5)と同じ処理(ステップ503～509)によって各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)を算出する。その他の処理は、前記実施形態(1)と同じである。

以上説明した本実施形態(6)でも、前記実施形態(3)と同じ効果を得ることができる。

【0109】

尚、上記実施形態(4)～(6)では、吸気管圧力センサ18の出力(瞬時吸気管圧力PMA P)を瞬時空気流量GMA Pに換算して、各気筒の所定期間の吸入空気量面積GASUM(#i)を算出し、各気筒の吸入空気量面積GASUM(#i)から各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)を算出するようにしたが、吸気管圧力センサ18の所定期間の出力(瞬時吸気管圧力PMA P)を積算して、各気筒の所定期間の吸気管圧力の面積を求め、各気筒の吸気管圧力面積から各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率DEV(#i)を算出するようにしても良い。

【0110】

《実施形態(7)》

図28乃至図34に示す本発明の実施形態(7)では、気筒内に吸入される吸入空気量が多くなるほど、筒内圧が大きくなるという特性に着目して、各気筒の筒内圧を検出して、この筒内圧の検出波形の所定期間の面積を求めるようにしている。これを実現するために、本実施形態(7)では、各気筒毎に、筒内圧を検出する筒内圧センサ(検出手段)が設けられている。尚、筒内圧センサは、点火プラグ21に組み込まれたものを用いても良いし、点火プラグ21とは別に設けても良い。

【0111】

一般に、筒内圧の波形は、図32に示すように、点火前は、筒内充填空気の圧

縮に応じて筒内圧が上昇するが、点火後は、燃焼圧によって筒内圧が急上昇するため、点火後の筒内圧の極大値（ピーク値）は、筒内充填空気のための圧力よりかなり大きくなる。しかも、筒内充填空気量が同じでも、燃料量や燃焼状態によって点火後の筒内圧の極大値が増減するため、点火後の筒内圧の極大値から筒内充填空気量を推定することは困難である。

【0112】

そこで、本実施形態（7）では、筒内圧の検出波形の面積を算出する所定期間を点火タイミング前に設定するようにしている。但し、図33に示すように、燃料カット期間中やクランキング時（非燃焼時）には、筒内で燃焼が発生しておらず、筒内圧の極大値が筒内充填空気の最大圧縮圧力であるため、筒内圧の極大値を含む期間（圧縮TDC前後の期間）に筒内圧の検出波形の面積を算出するようにしている。

【0113】

本実施形態（7）では、図28に示す筒内圧面積算出メインルーチンを筒内圧センサのA/D変換タイミング（例えば4ms周期）で実行する。本ルーチンが起動されると、まずステップ601で、前記図3のステップ101と同じ気筒間ばらつき補正実行条件が成立しているか否かを判定し、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していなければ、ステップ602以降の所定期間の筒内圧面積の算出に関する処理を実行することなく、本ルーチンを終了する。

【0114】

一方、上記ステップ601で、気筒間ばらつき補正実行条件が成立していると判定されれば、ステップ602以降の所定期間の筒内圧面積の算出に関する処理を次のようにして実行する。まず、ステップ602で、各気筒の筒内圧センサのフィルタ処理後の出力電圧VCP S(#i)を読み込んだ後、ステップ603に進み、図29のマップを用いて、筒内圧センサの出力電圧VCP S(#i)を筒内圧CPS(#i)に変換する。

【0115】

この後、ステップ604に進み、クランク角カウンタCCRNKのカウント値を読み込む。そして、次のステップ605で、燃料カット期間中又はクランキン

グ時（非燃焼時）であるか否かを判定し、燃料カット期間中又はクランキング時でなければ、ステップ606に進み、後述する図30に示す燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンを実行し、一方、燃料カット期間中又はクランキング時であれば、ステップ607に進み、後述する図31に示す非燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンを実行する。

【0116】

上記ステップ606で、図30に示す燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンが起動されると、まずステップ611で、各気筒の筒内圧面積を算出する所定期間Pを算出する。燃焼時は、図32に示すように、所定期間Pを点火タイミング前に設定すると共に、所定期間Pの長さをエンジン回転速度NEと吸入空気量GAに応じてマップ等により算出する。この際、エンジン回転速度NEが低い領域や、吸入空気量GAが多い領域で、脈動波の振幅が大きくなるほど、所定期間Pが長くなるように設定される。

【0117】

そして、次のステップ612で、点火タイミングであるか否かを判定し、点火タイミングでなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。その後、点火タイミングになった時点で、ステップ613に進み、クランク角カウンタCCRNK=22～3の期間（つまり第1気筒#1の圧縮TDCの前後90℃A以内の期間）であるか否かを判定し、CCRNK=22～3であれば、ステップ614に進み、第1気筒#1の点火前の所定期間Pについて第1気筒#1の筒内圧CPS(#1)の記憶データを積算して第1気筒筒内圧面積CPS SUM(#1)を求める。尚、各気筒の筒内圧CPS(#i)のデータは、所定のサンプリング周期で検出する毎にECU27のRAMに各気筒毎に時系列的に記憶され、各気筒の点火前の所定期間Pについて各気筒の筒内圧CPS(#i)の記憶データを積算して各気筒の筒内圧面積CPS SUM(#i)を求めた後に、各気筒の筒内圧CPS(#i)の記憶データがクリアされる。

【0118】

上記ステップ613で「No」と判定されて、ステップ615で、クランク角カウンタCCRNK=16～21の期間（つまり第2気筒#2の圧縮TDCの前

後 90℃A 以内の期間) であると判定されれば、ステップ 616 に進み、第 2 気筒 # 2 の点火前の所定期間 P について第 2 気筒 # 2 の筒内圧 CPS (#2) を積算して第 2 気筒筒内圧面積 CPSSUM (#2) を求める。

【0119】

上記ステップ 613、615 で「No」と判定されて、ステップ 617 で、クランク角カウンタ CCRNK = 4 ~ 9 の期間 (つまり第 3 気筒 # 3 の圧縮 TDC の前後 90℃A 以内の期間) であると判定されれば、ステップ 618 に進み、第 3 気筒 # 3 の点火前の所定期間 P について第 3 気筒 # 3 の筒内圧 CPS (#3) を積算して第 3 気筒筒内圧面積 CPSSUM (#3) を求める。

【0120】

上記ステップ 613、615、617 で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタ CCRNK = 10 ~ 15 の期間 (第 4 気筒 # 4 の圧縮 TDC の前後 90℃A 以内の期間) である場合は、ステップ 619 に進み、第 4 気筒 # 4 の点火前の所定期間 P について第 4 気筒 # 4 の筒内圧 CPS (#4) を積算して第 4 気筒筒内圧面積 CPSSUM (#4) を求める。

【0121】

一方、前記図 28 のステップ 607 で、図 31 に示す非燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンが起動されると、まずステップ 621 で、非燃焼時 (燃料カット期間中又はクランキング時) に各気筒の筒内圧面積を算出する所定期間 P を算出する。非燃焼時は、図 33 に示すように、所定期間 P を極大値を含む期間に設定すると共に、所定期間 P の長さをエンジン回転速度 NE と吸入空気量 GA に応じてマップ等により算出する。この際、エンジン回転速度 NE が低い領域や、吸入空気量 GA が多い領域で、脈動波の振幅が大きくなるほど、所定期間 P が長くなるように設定される。

【0122】

そして、次のステップ 622 で、筒内圧センサで検出した筒内圧 CPS (#i) が極大値であるか否かを判定する。この極大値の判定方法は、例えば筒内圧 CPS (#i) の今回値を前回値と比較して、筒内圧 CPS (#i) の変化方向が増加から減少に反転したか否かによって判定すれば良い。

【0123】

もし、筒内圧CPS(#i)が極大値でなければ、以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。その後、筒内圧CPS(#i)の極大値になった時点で、ステップ623に進み、クランク角カウンタCCRNK=22~3の期間（つまり第1気筒#1の圧縮TDCの前後90℃A以内の期間）であるか否かを判定して、CCRNK=22~3であれば、ステップ624に進み、第1気筒#1の圧縮TDC前後の所定期間P（極大値となる時点tを中心にしてその前後P/2以内の期間）について第1気筒#1の筒内圧CPS(#1)を積算して第1気筒筒内圧面積CPS SUM(#1)を求める。

【0124】

上記ステップ623で「No」と判定されて、ステップ625で、クランク角カウンタCCRNK=16~21の期間（つまり第2気筒#2の圧縮TDCの前後90℃A以内の期間）であると判定されれば、ステップ626に進み、第2気筒#2の圧縮TDC前後の所定期間Pについて第2気筒#2の筒内圧CPS(#2)を積算して第2気筒筒内圧面積CPS SUM(#2)を求める。

【0125】

上記ステップ623、625で「No」と判定されて、ステップ627で、クランク角カウンタCCRNK=4~9の期間（つまり第3気筒#3の圧縮TDCの前後90℃A以内の期間）であると判定されれば、ステップ628に進み、第3気筒#3の圧縮TDC前後の所定期間Pについて第3気筒#3の筒内圧CPS(#3)を積算して第3気筒筒内圧面積CPS SUM(#3)を求める。

【0126】

上記ステップ623、625、627で全て「No」と判定された場合、つまり、クランク角カウンタCCRNK=10~15の期間（第4気筒#4の圧縮TDCの前後90℃A以内の期間）である場合は、ステップ629に進み、第4気筒#4の圧縮TDC前後の点火前の所定期間Pについて第4気筒#4の筒内圧CPS(#4)を積算して第4気筒筒内圧面積CPS SUM(#4)を求める。

【0127】

以上説明した本実施形態（7）の気筒間ばらつき補正の実行例を図34に示す

タイムチャートを用いて説明する。

気筒間ばらつき補正実行条件が成立して気筒間ばらつき補正実行フラグがONされている期間は、各気筒の圧縮行程毎に、各気筒の所定期間の筒内圧面積 $CPSSUM(\#i)$ を算出した後、前記実施形態(1)と同様の方法で、各気筒の筒内圧面積 $CPSSUM(\#i)$ を気筒間でなまし処理して、各気筒の筒内圧面積なまし値 $CPSSUMSM(\#i)$ を求める。このようにして、全気筒の筒内圧面積なまし値 $CPSSUMSM(\#i)$ を求める毎(720℃A毎)に、各気筒の筒内圧面積なまし値 $CPSSUMSM(\#i)$ を全気筒の筒内圧面積なまし値の平均値で割り算して、それに補正係数 $K2$ を乗算して各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(\#i)$ を求める。その他の処理は、前記実施形態(1)と同じである。

以上説明した本実施形態(7)でも、前記実施形態(1)と同じ効果を得ることができる。

【0128】

尚、本実施形態(7)では、各気筒の筒内圧センサの出力波形から所定期間の筒内圧面積 $CPSSUM(\#i)$ を算出して、各気筒の筒内圧面積 $CPSSUM(\#i)$ から各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(\#i)$ を算出するようにしたが、各気筒の筒内圧センサで検出した筒内圧 $CP(\#i)$ を瞬時空気流量に換算して、各気筒の所定期間の吸入空気量面積を算出し、各気筒の吸入空気量面積から各気筒の気筒間吸入空気量ばらつき率 $DEV(\#i)$ を算出するようにしても良い。

【0129】

また、上記各実施形態(1)～(7)では、可変吸気バルブ制御による吸入空気量制御を行うシステムに本発明を適用したが、スロットル制御による吸入空気量制御のみを行うシステムに本発明を適用しても良い。

また、本発明の適用範囲は4気筒のエンジンに限定されず、5気筒以上又は3気筒以下の複数気筒エンジンに本発明を適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態(1)におけるエンジン制御システム全体の概略構成図

【図2】

可変バルブリフト機構の正面図

【図 3】

実施形態（１）の気筒間ばらつき補正ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 4】

基本リフト補正量 $FVVL1$ のマップを概念的に示す図

【図 5】

補正係数 $FVVL2$ のマップを概念的に示す図

【図 6】

実施形態（１）の吸入空気量面積算出メインルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 7】

エアフローメータの出力電圧 $VAFM$ を瞬時空気流量 $GAFM$ に変換するマップを概念的に示す図

【図 8】

実施形態（１）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 9】

実施形態（１）の所定期間 P マップを概念的に示す図

【図 10】

実施形態（１）の所定期間 P の吸入空気量面積を算出する方法を説明するタイムチャート

【図 11】

実施形態（１）の気筒間吸入空気量ばらつき率算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 12】

補正係数 $K2$ のマップを概念的に示す図

【図 13】

実施形態（１）の気筒間吸入空気量ばらつき率算出処理の一例を説明するタイム

ムチャート

【図 14】

実施形態（1）の気筒間ばらつき補正の一例を説明するタイムチャート

【図 15】

実施形態（2）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 16】

実施形態（2）のエアフローメータの検出遅れ時間 DLY を算出するマップを概念的に示す図

【図 17】

実施形態（2）の所定期間の吸入空気量面積を算出する方法を説明するタイムチャート

【図 18】

実施形態（2）の気筒間吸入空気量ばらつき率算出処理の一例を説明するタイムチャート

【図 19】

実施形態（3）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 20】

実施形態（3）の所定期間の吸入空気量面積を算出する方法を説明するタイムチャート

【図 21】

実施形態（3）の気筒間吸入空気量ばらつき率算出処理の一例を説明するタイムチャート

【図 22】

実施形態（4）の吸入空気量面積算出メインルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 23】

吸気管圧力センサの出力電圧 VMAP を瞬時吸気管圧力 PMAP に変換するマ

ップを概念的に示す図

【図 2 4】

実施形態（４）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 2 5】

エアフローメータの出力と吸気管圧力センサの出力との相関関係を説明するタイムチャート

【図 2 6】

実施形態（５）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 2 7】

実施形態（６）の各気筒の所定期間の吸入空気量面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 2 8】

実施形態（７）の筒内圧面積算出メインルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 2 9】

筒内圧センサの出力電圧 V C P S (#i) を筒内圧 C P S (#i) に変換するマップを概念的に示す図

【図 3 0】

実施形態（７）の燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 3 1】

実施形態（７）の非燃焼時の各気筒の所定期間の筒内圧面積算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図 3 2】

燃焼時の筒内圧波形を示すタイムチャート

【図 3 3】

非燃焼時の筒内圧波形を示すタイムチャート

【図 34】

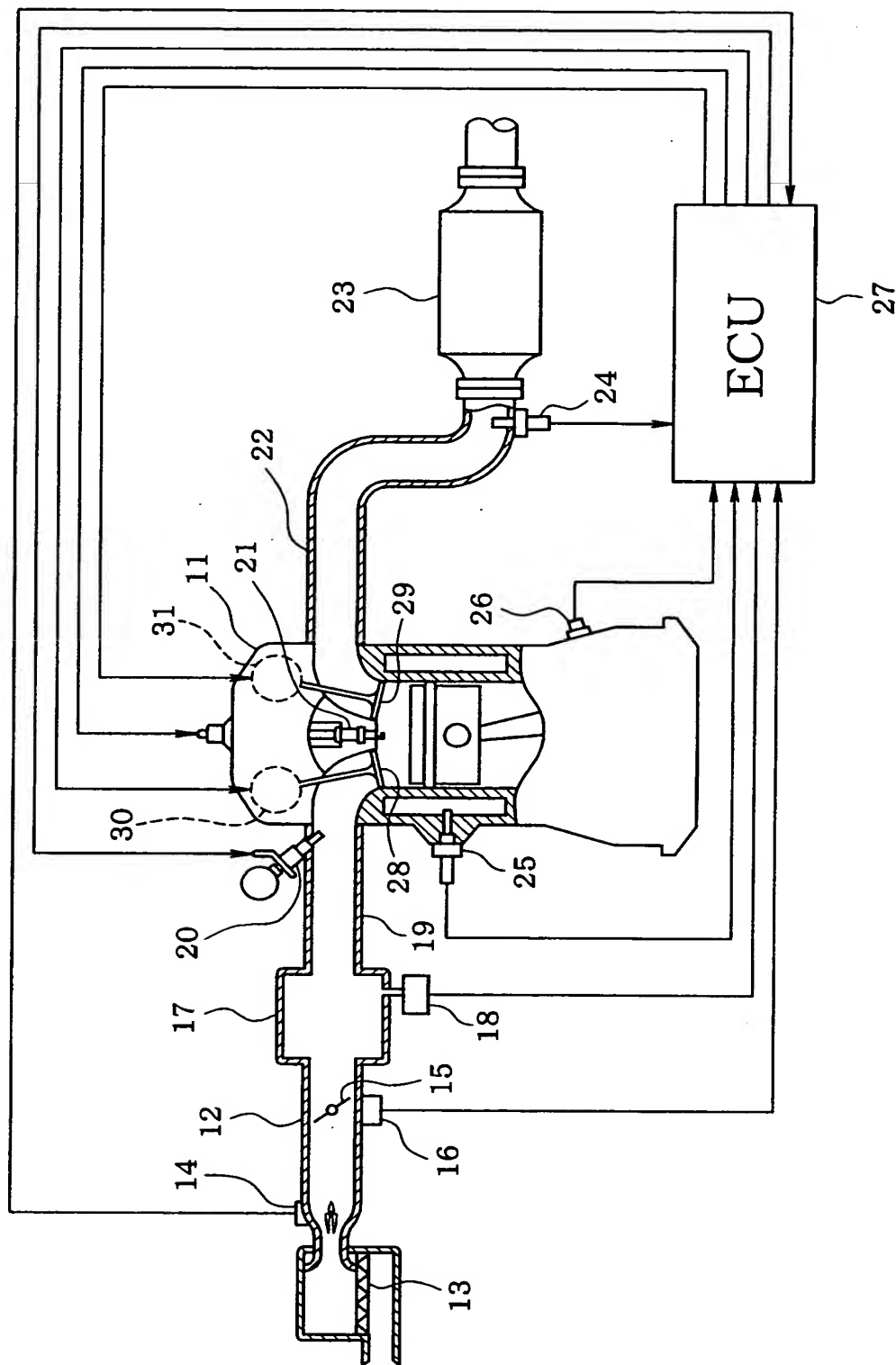
実施形態（7）の気筒間吸入空気量ばらつき率算出処理の一例を説明するタイムチャート

【符号の説明】

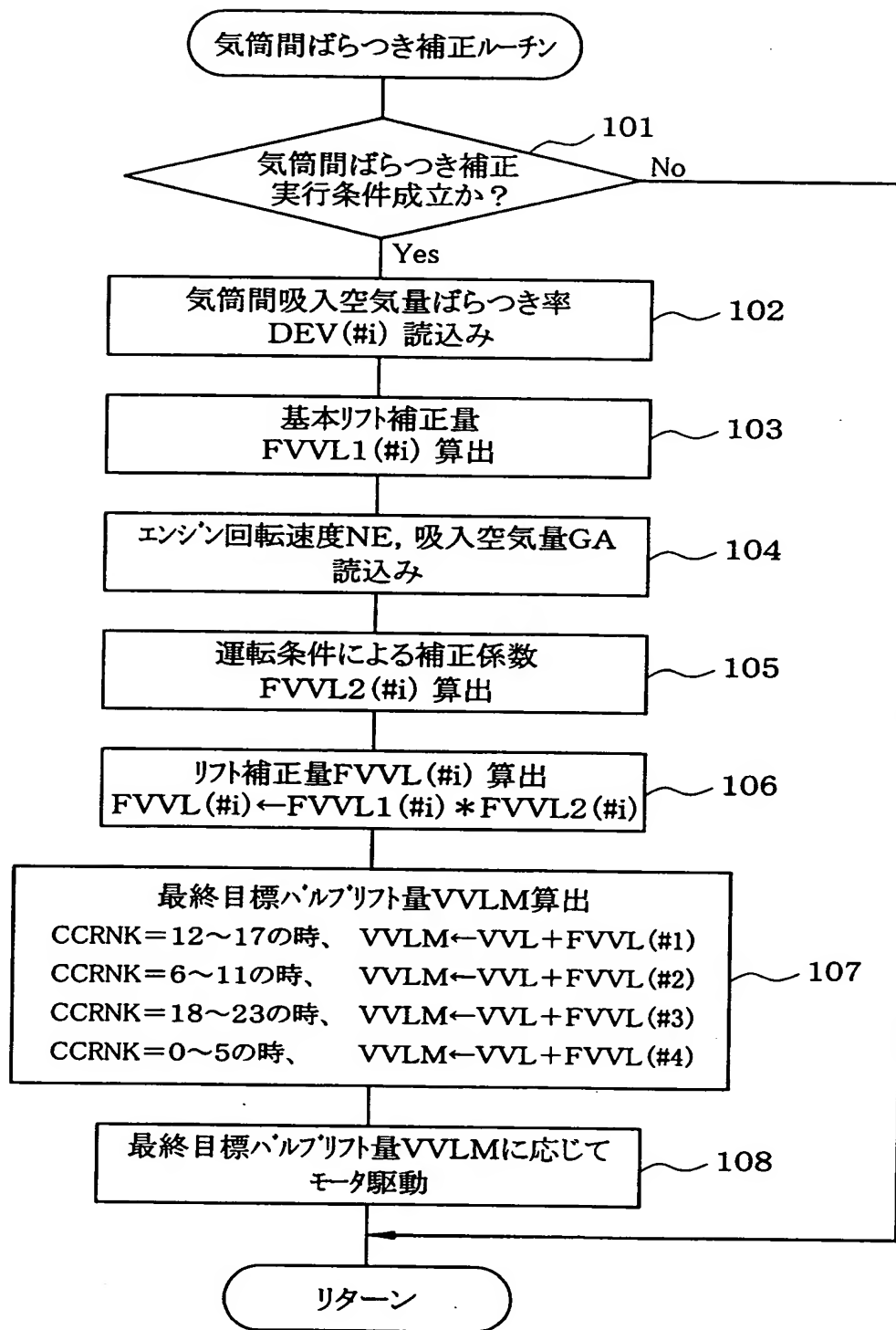
11…エンジン（内燃機関）、12…吸気管、14…エアフローメータ（検出手段）、15…スロットルバルブ、18…吸気管圧力センサ（検出手段）、20…燃料噴射弁、21…点火プラグ、22…排気管、24…空燃比センサ、26…クランク角センサ、27…ECU（面積算出手段、気筒間吸入空気量ばらつき算出手段）、28…吸気バルブ、29…排気バルブ、30，31…可変バルブリフト機構。

【書類名】 図面

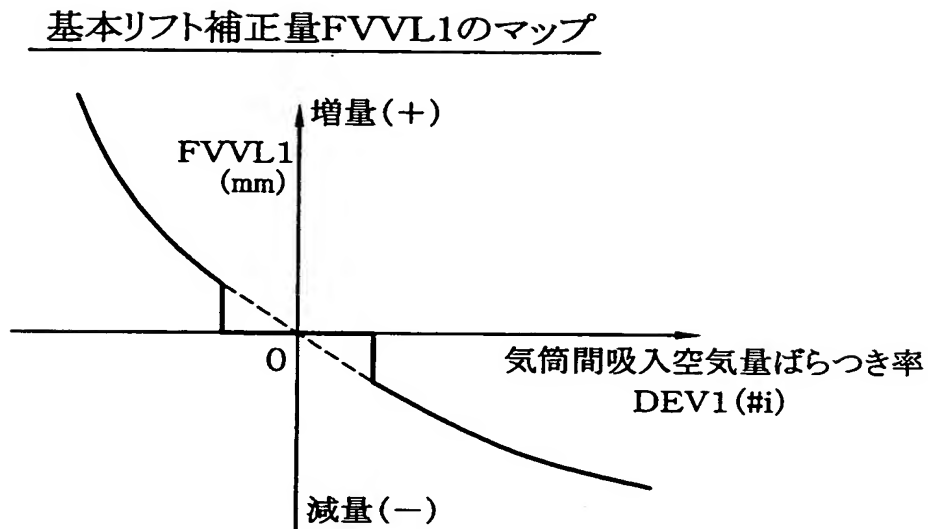
【図 1】



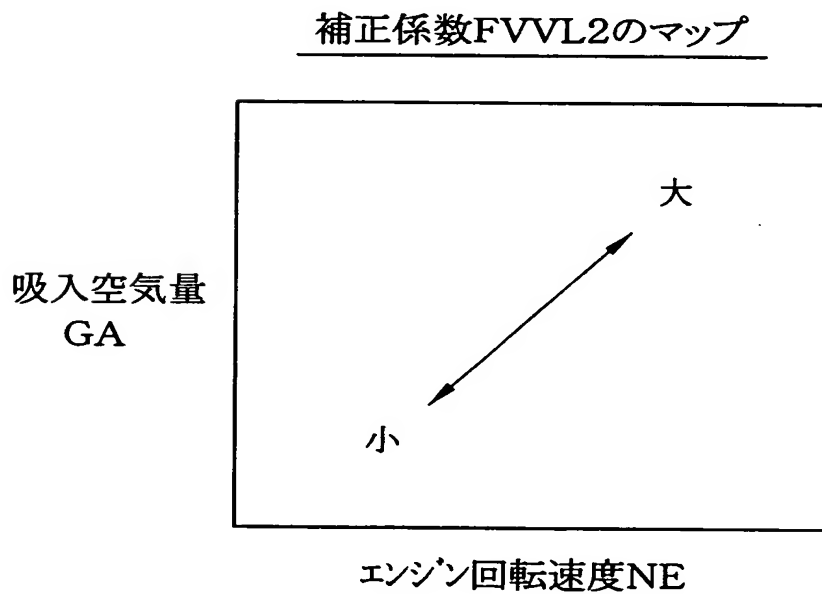
【図 3】



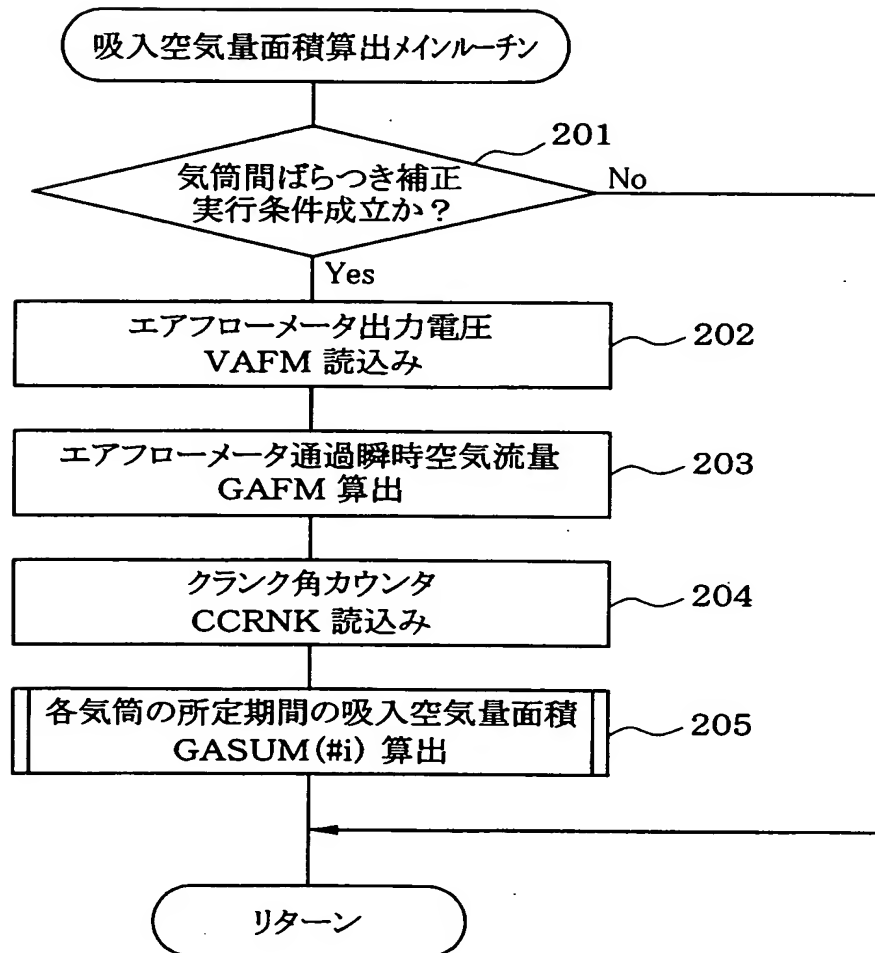
【図 4】



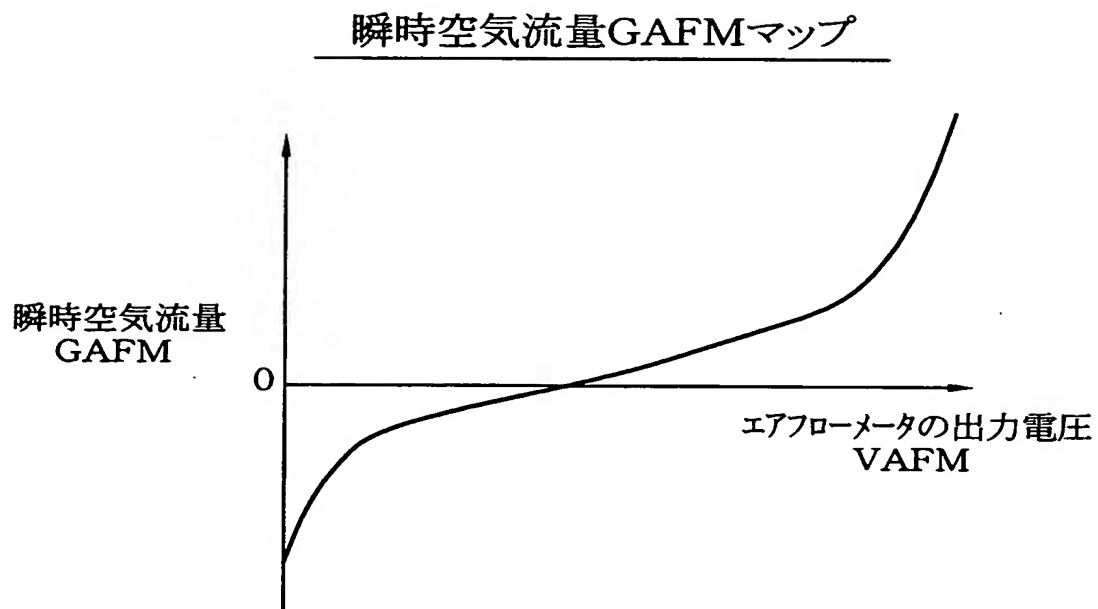
【図 5】



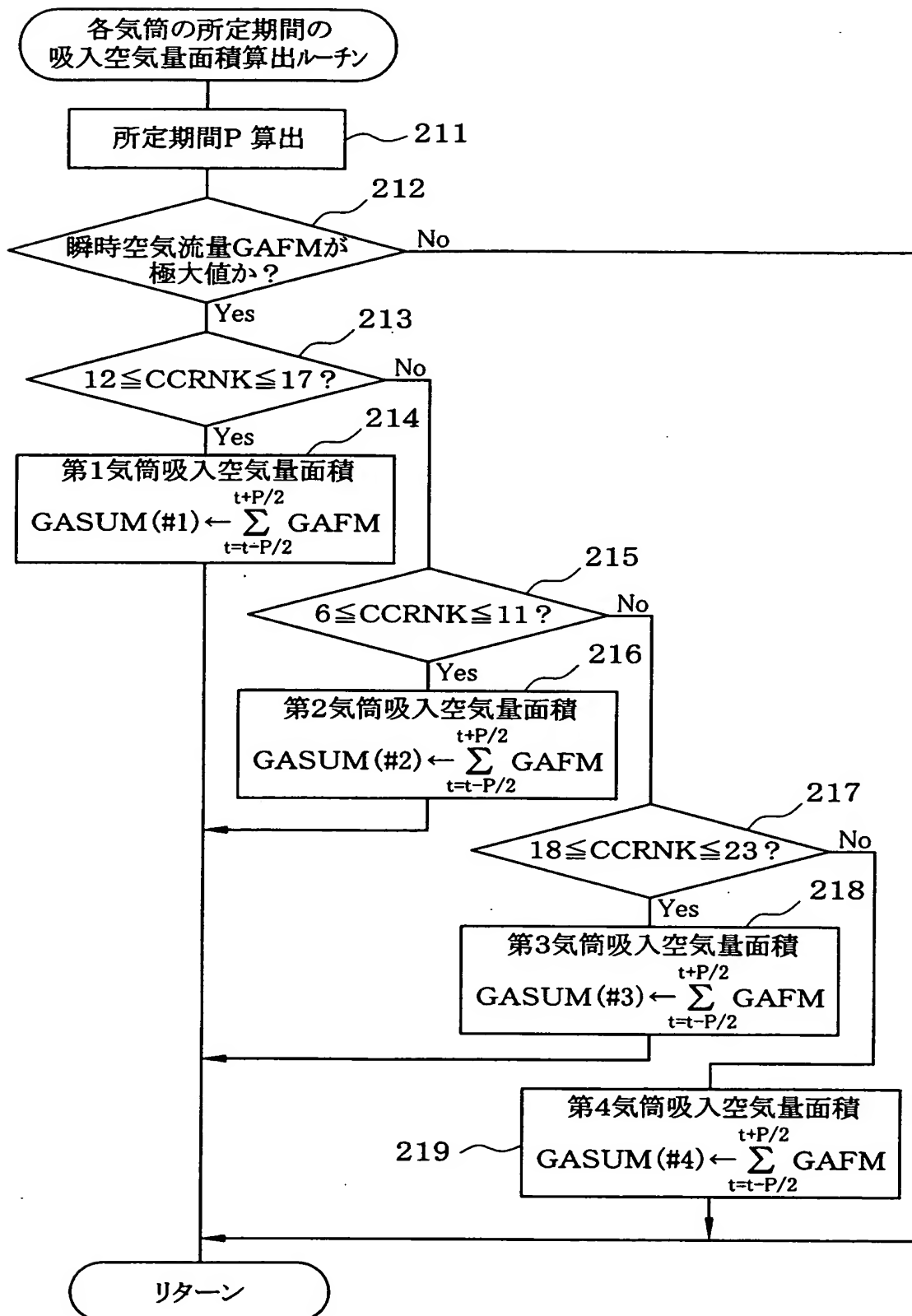
【図 6】



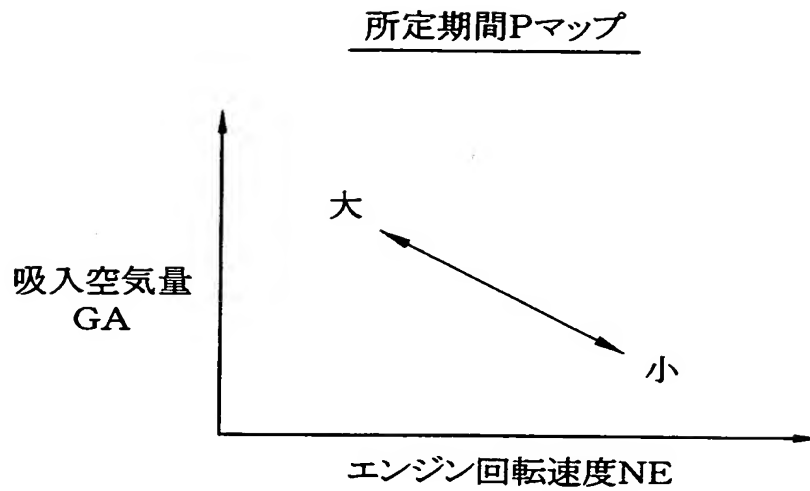
【図 7】



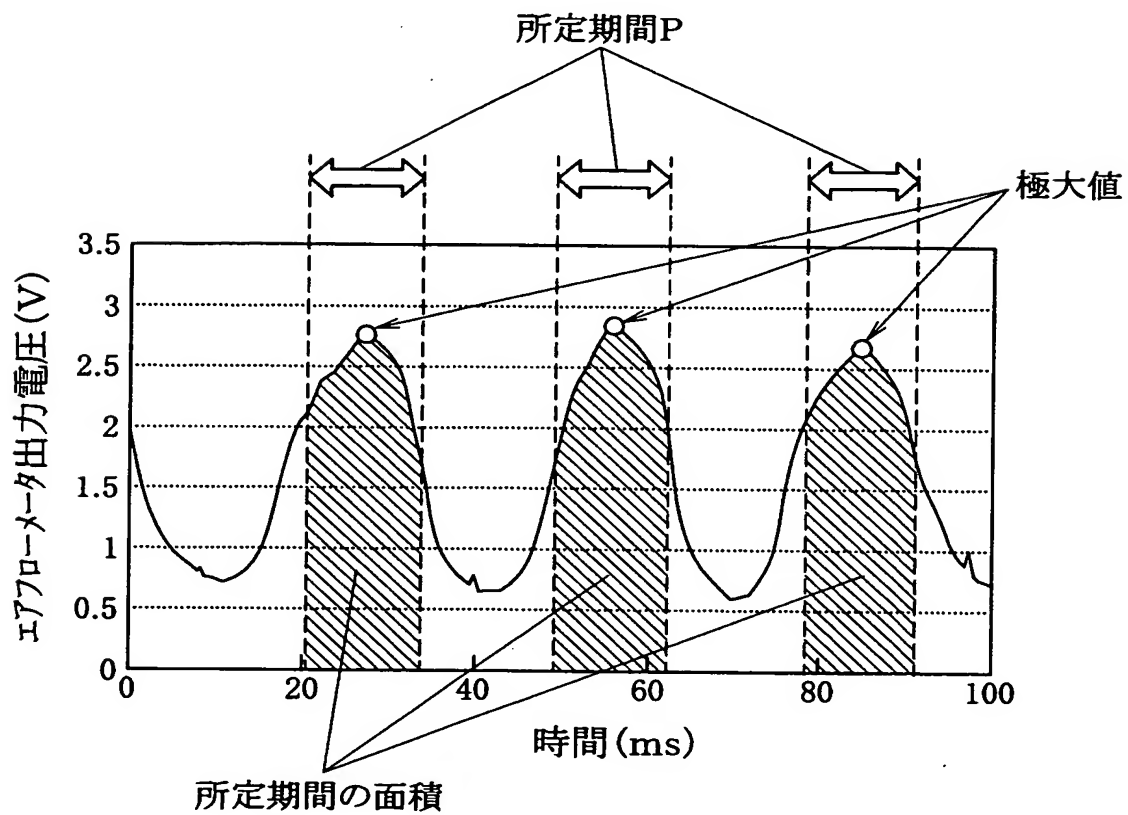
【図 8】



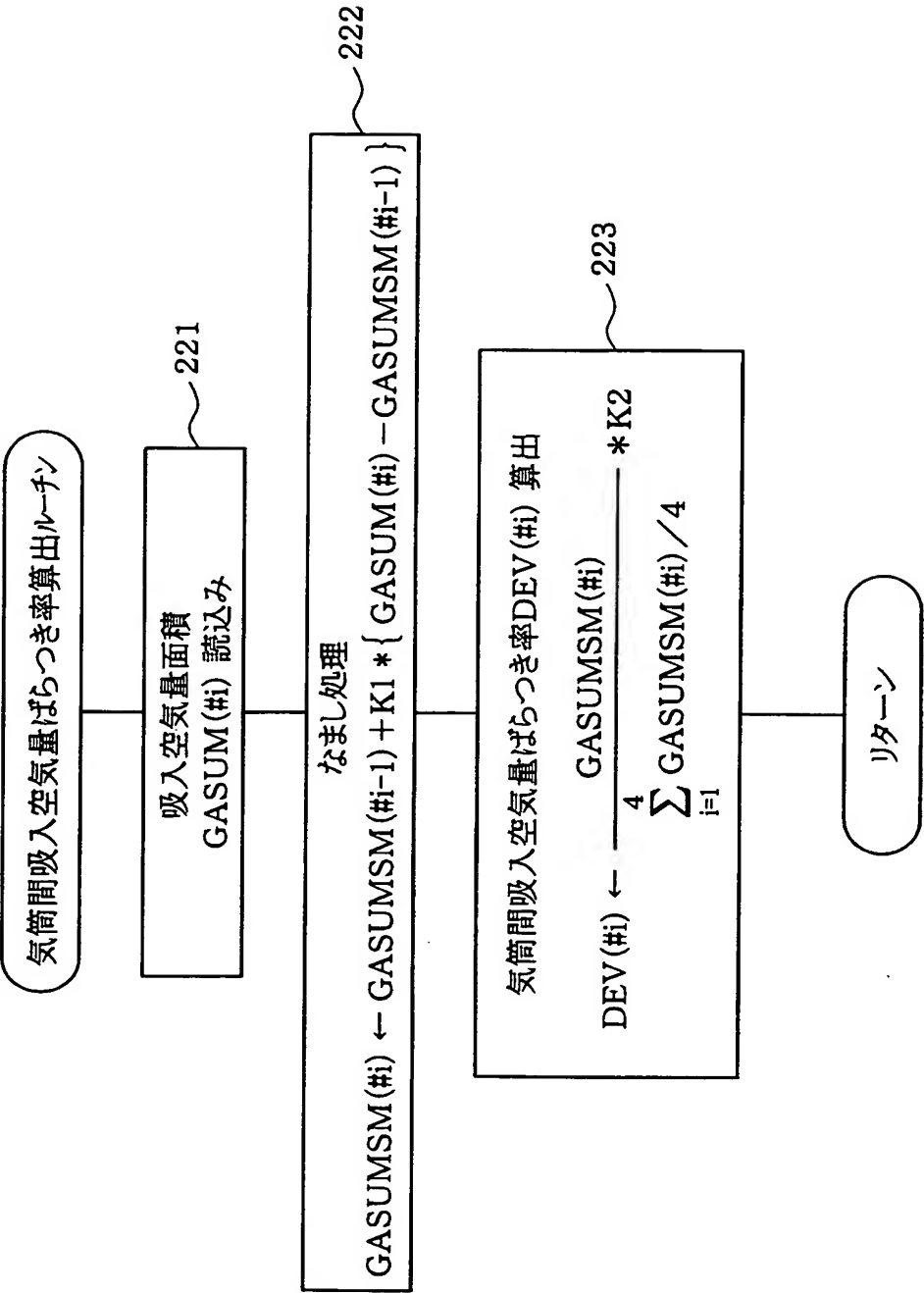
【図 9】



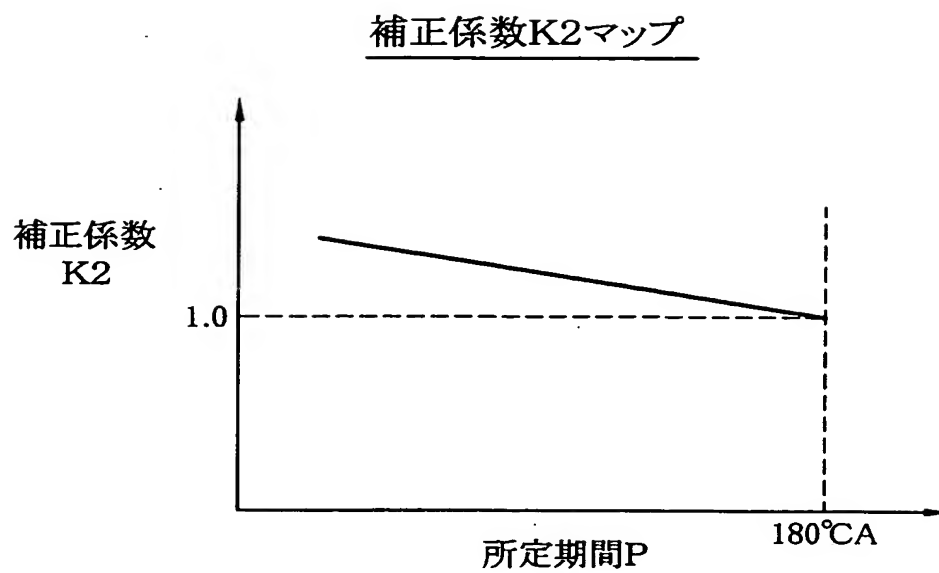
【図 10】



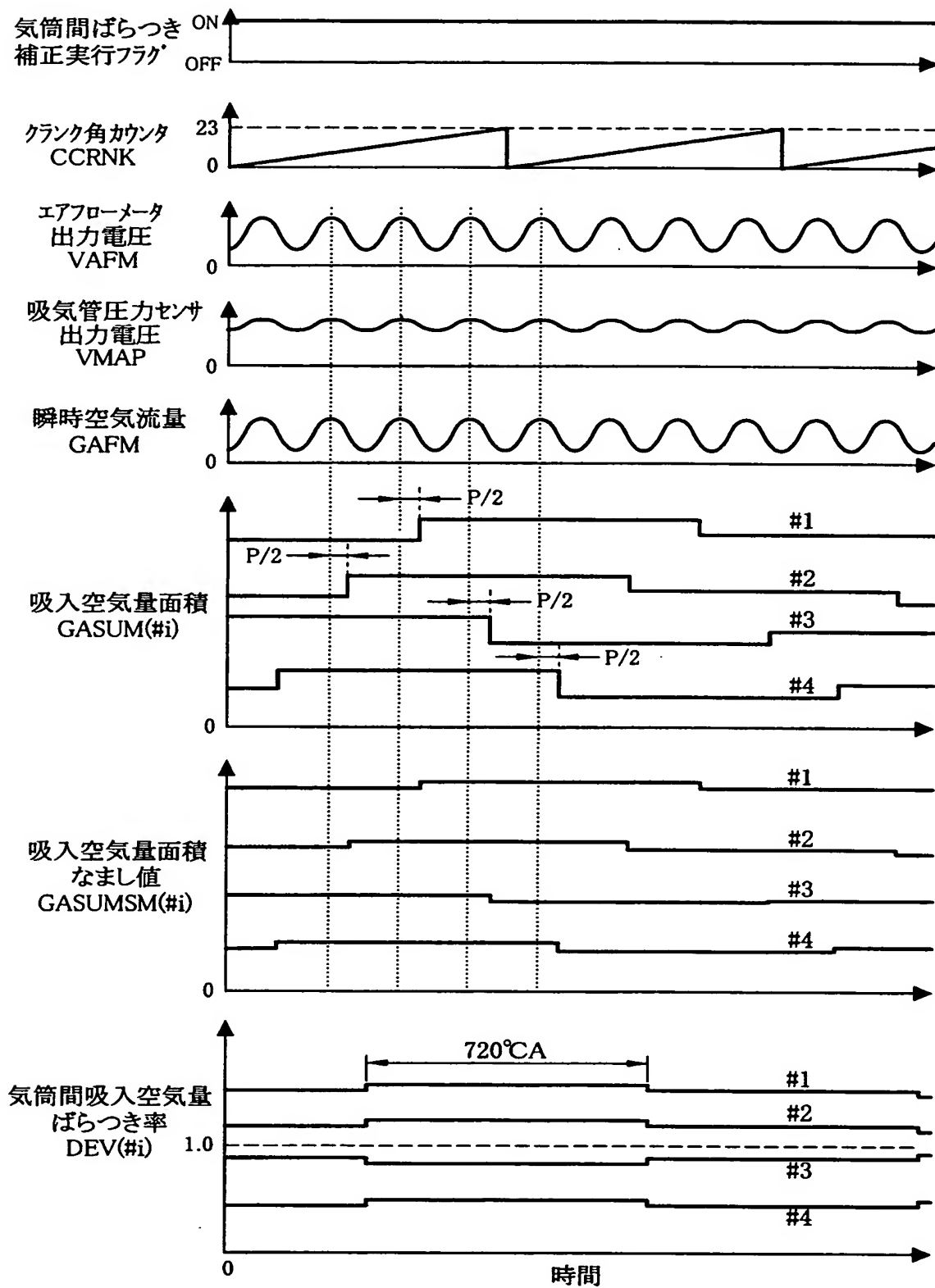
【図 11】



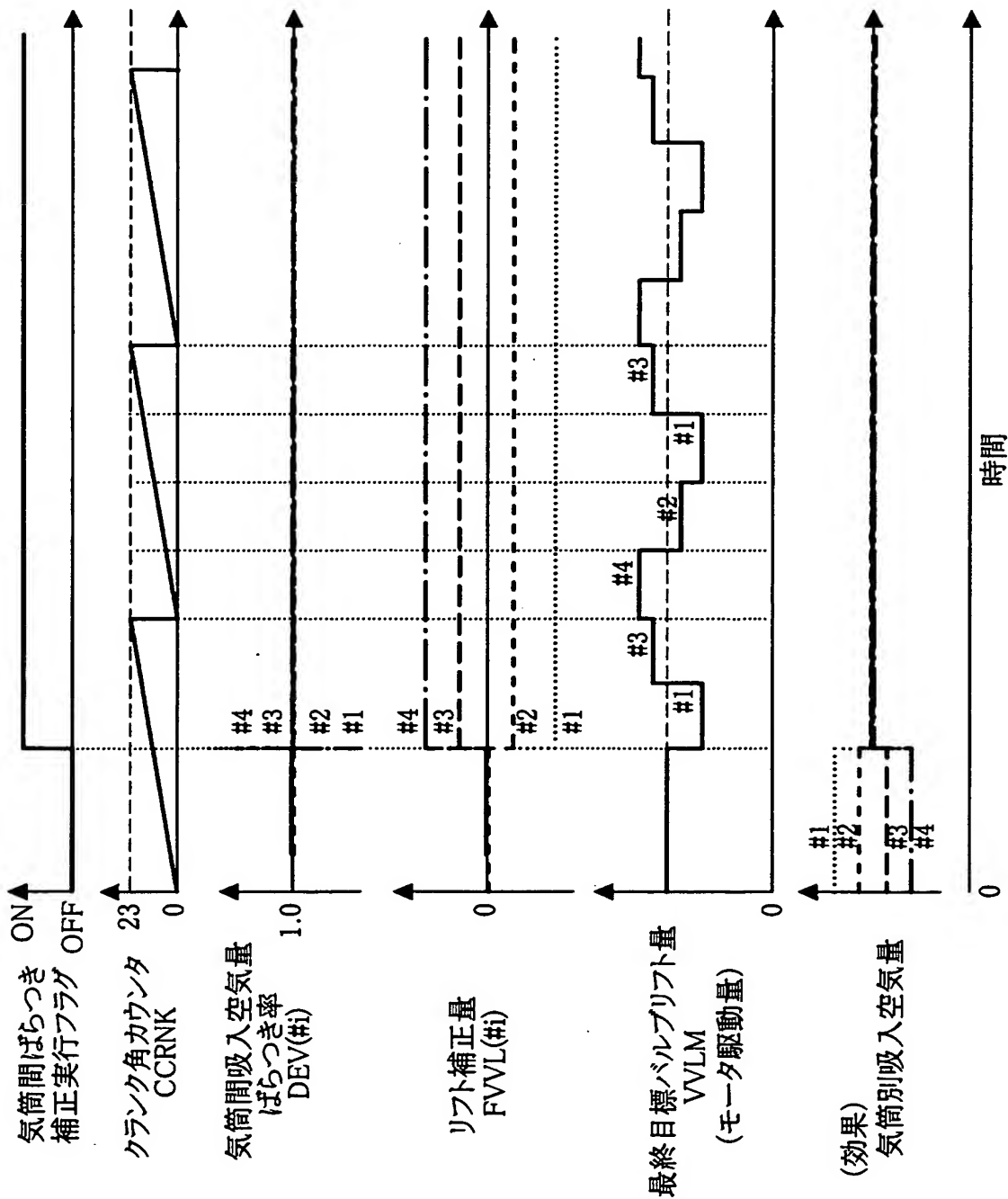
【図 12】



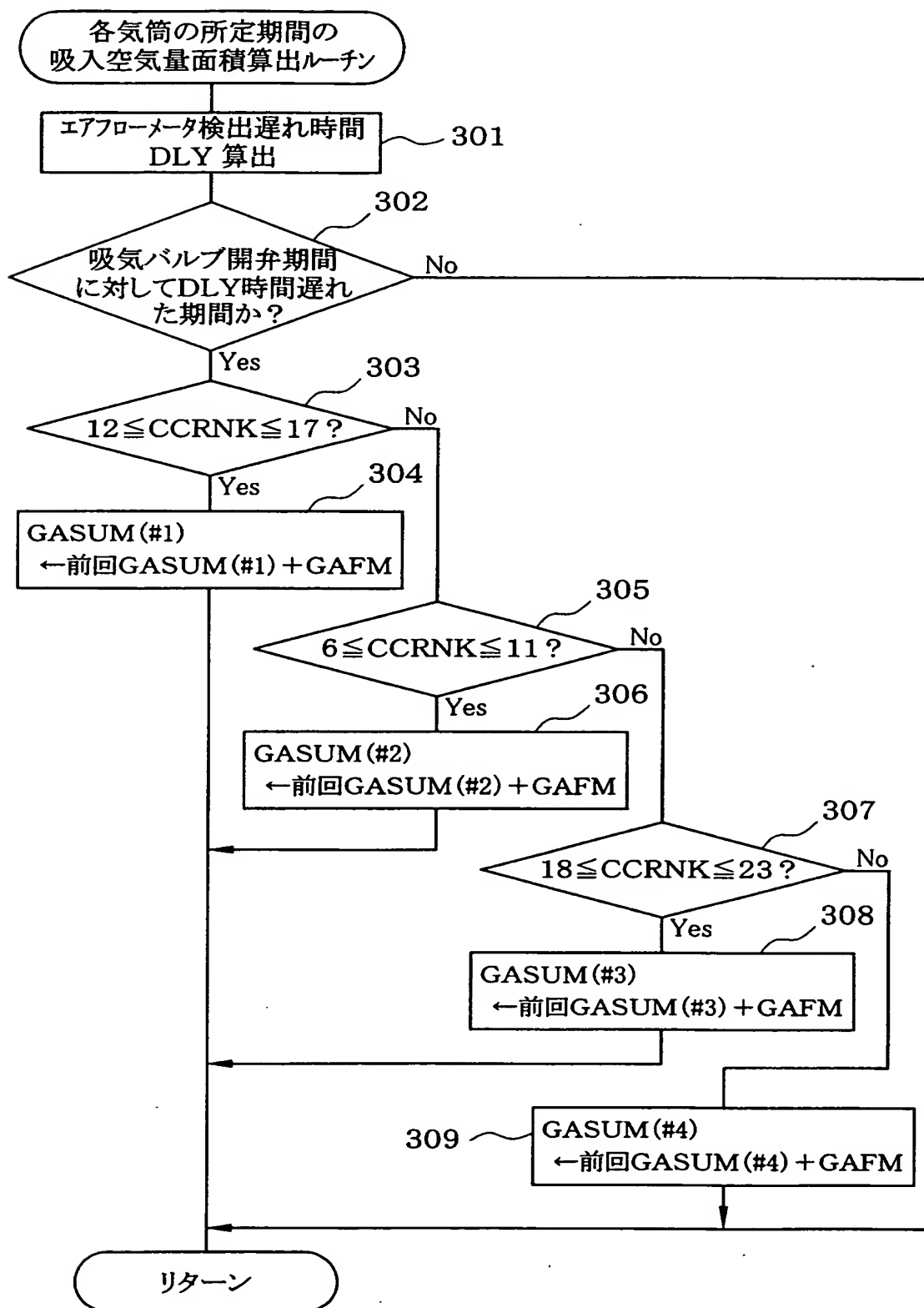
【図 13】



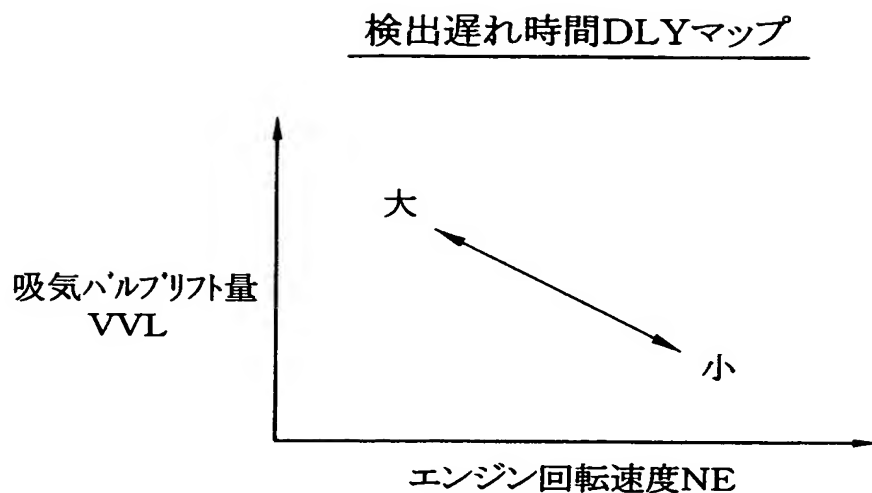
【図 14】



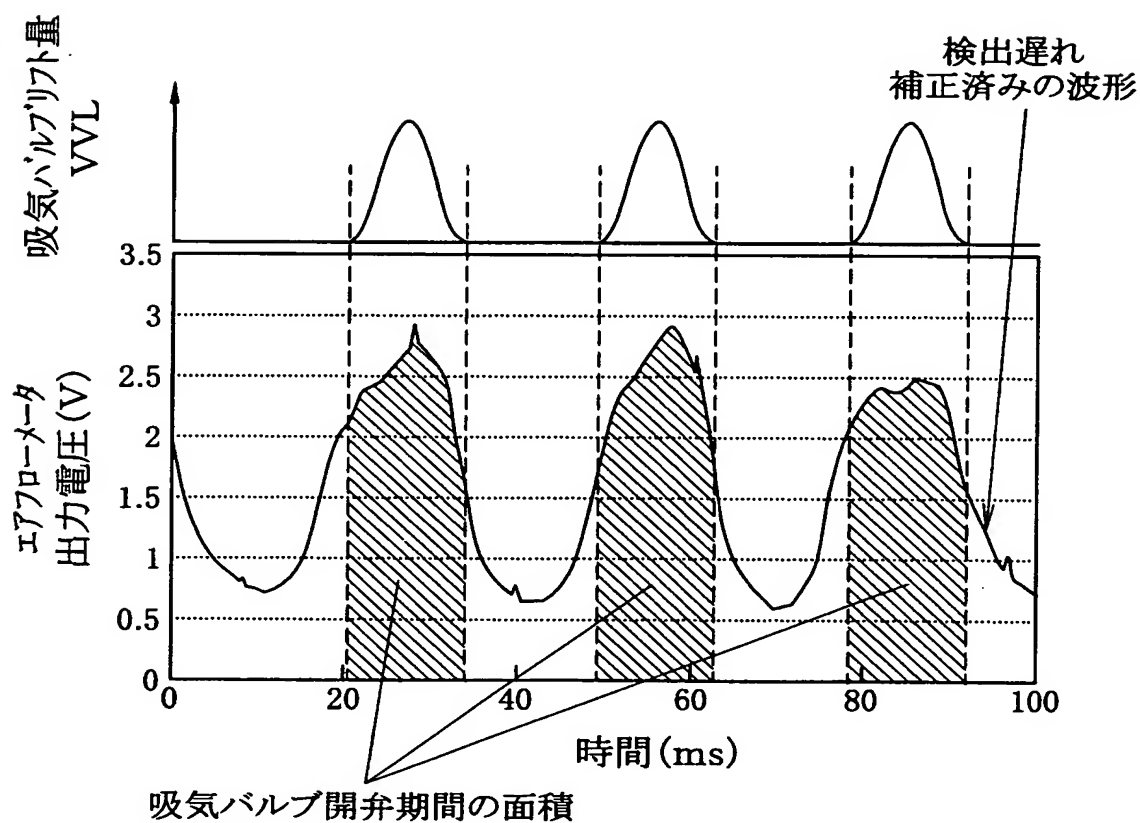
【図 15】



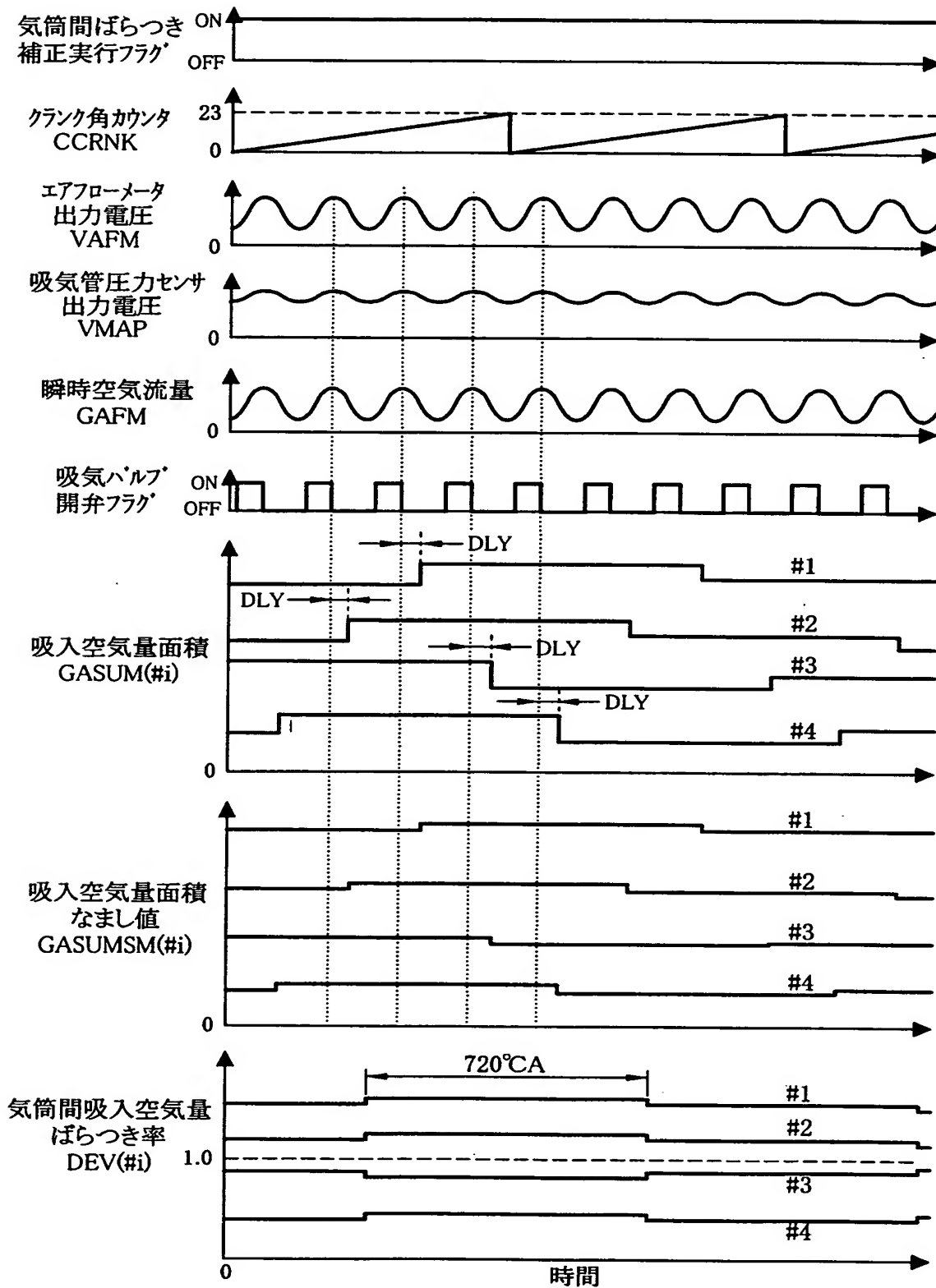
【図 16】



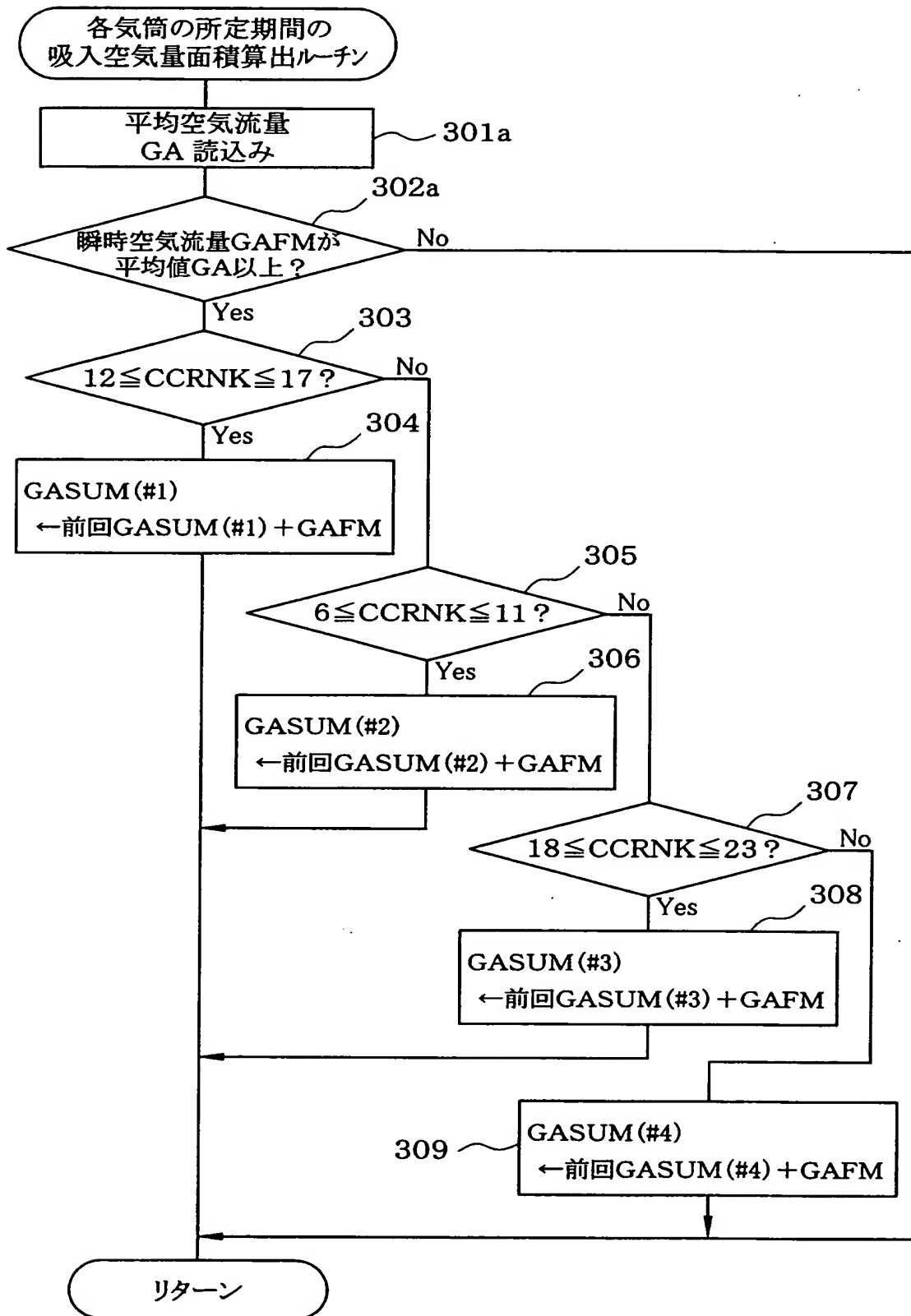
【図 17】



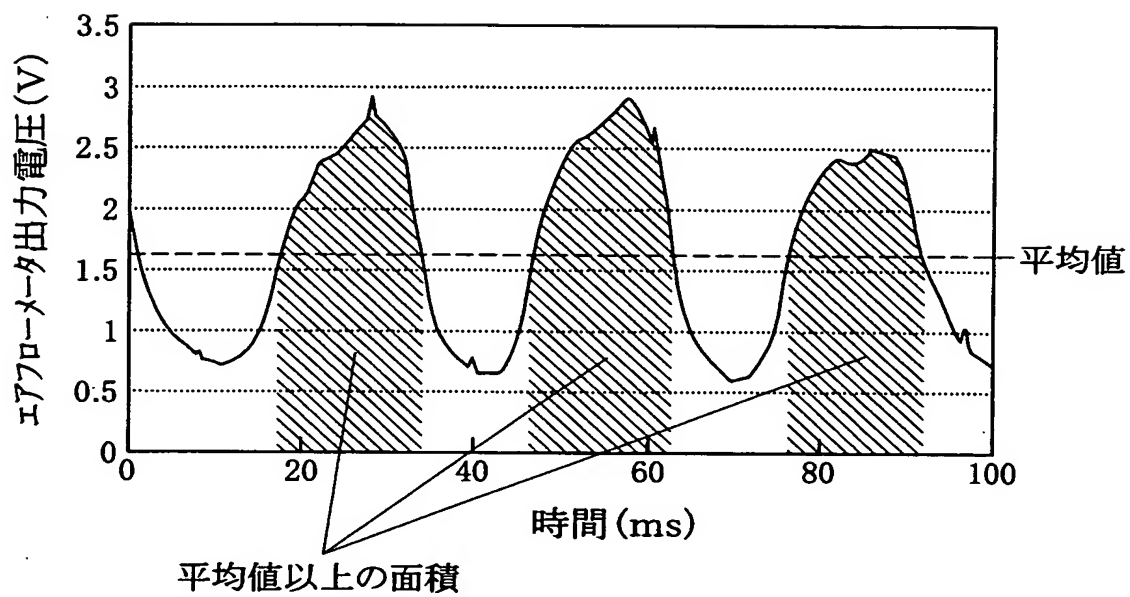
【図 18】



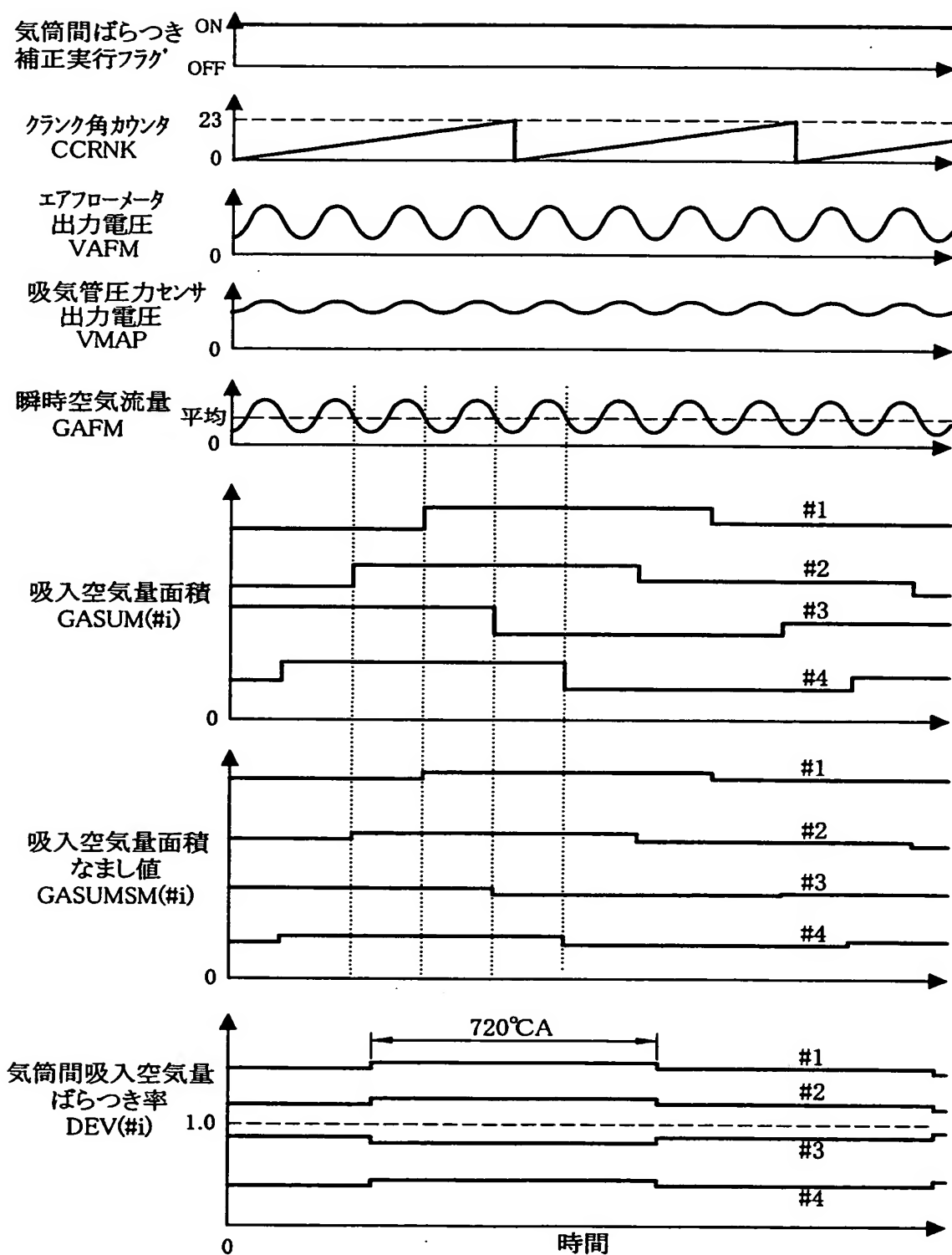
【図 19】



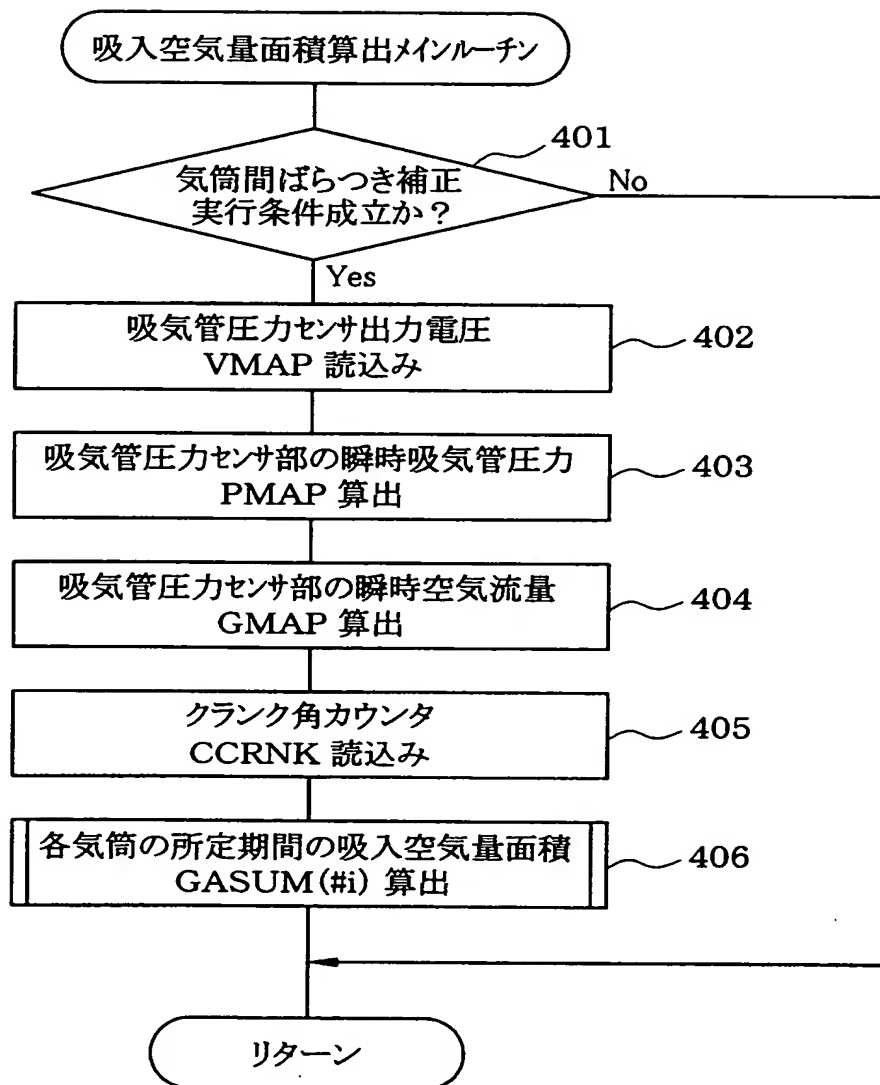
【図 20】



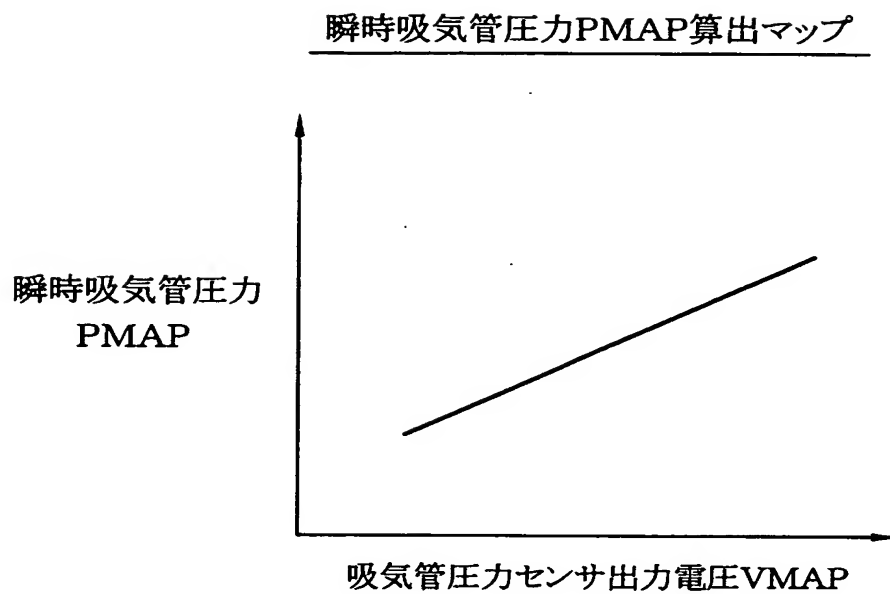
【図 21】



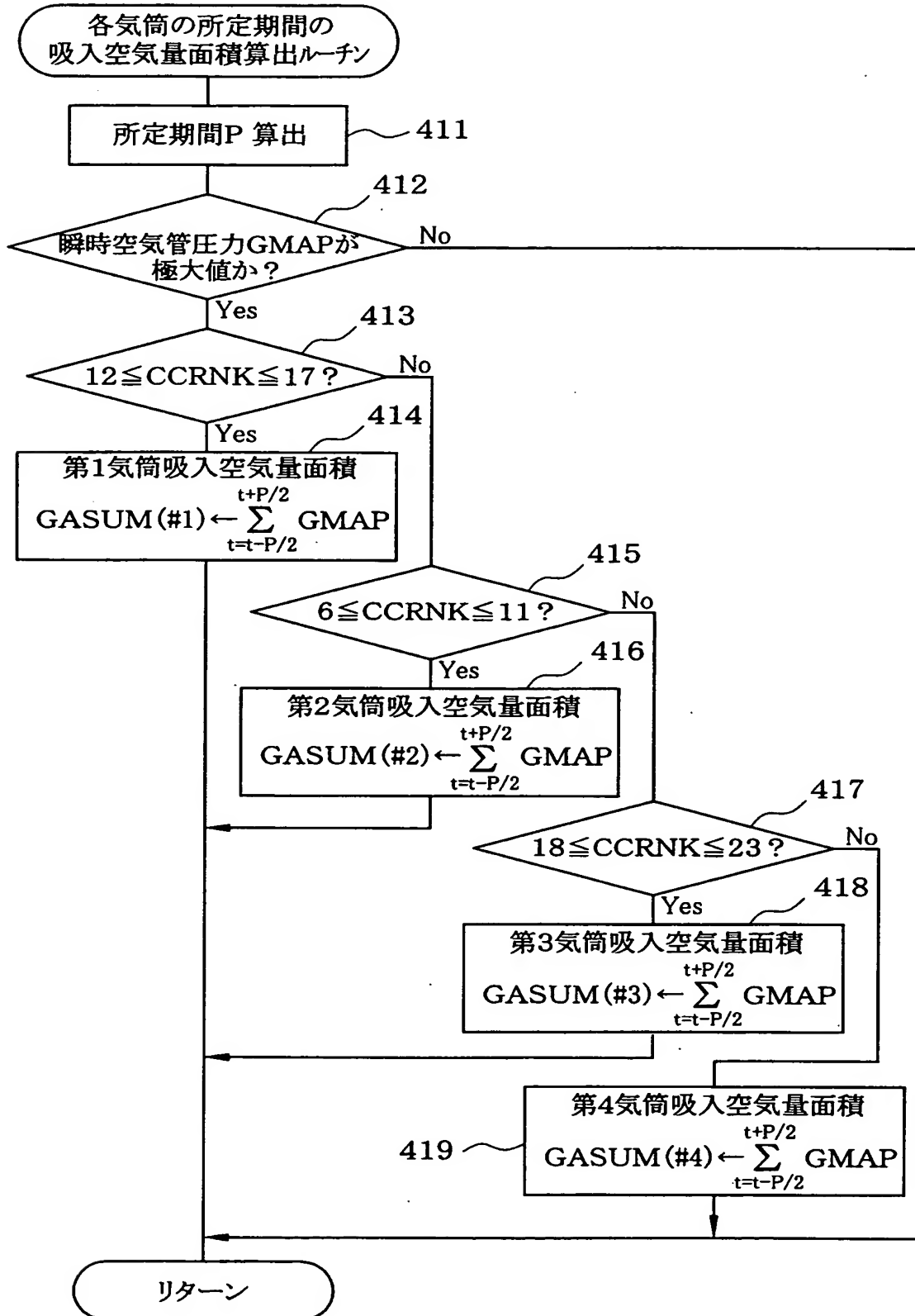
【図 22】



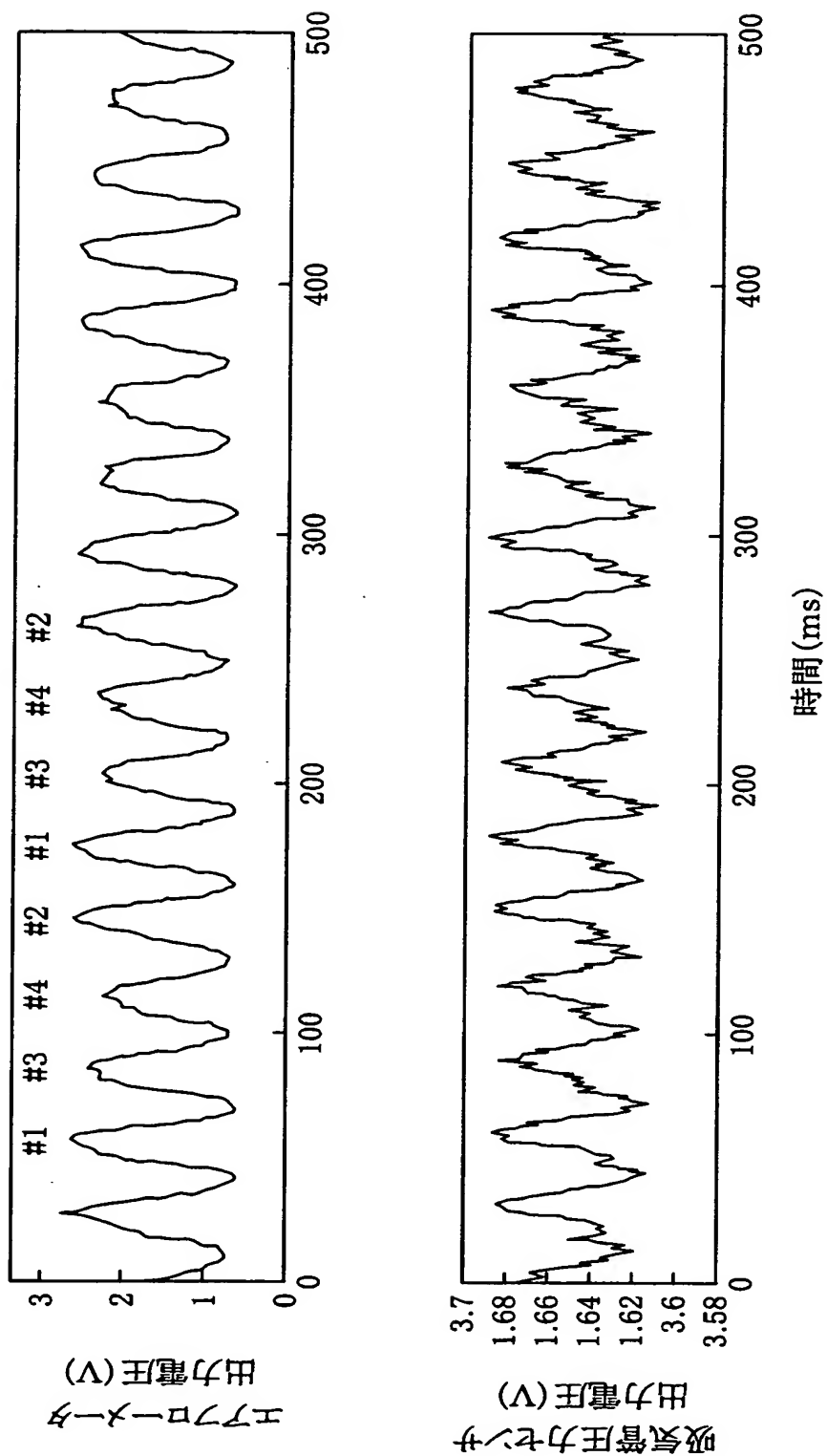
【図 23】



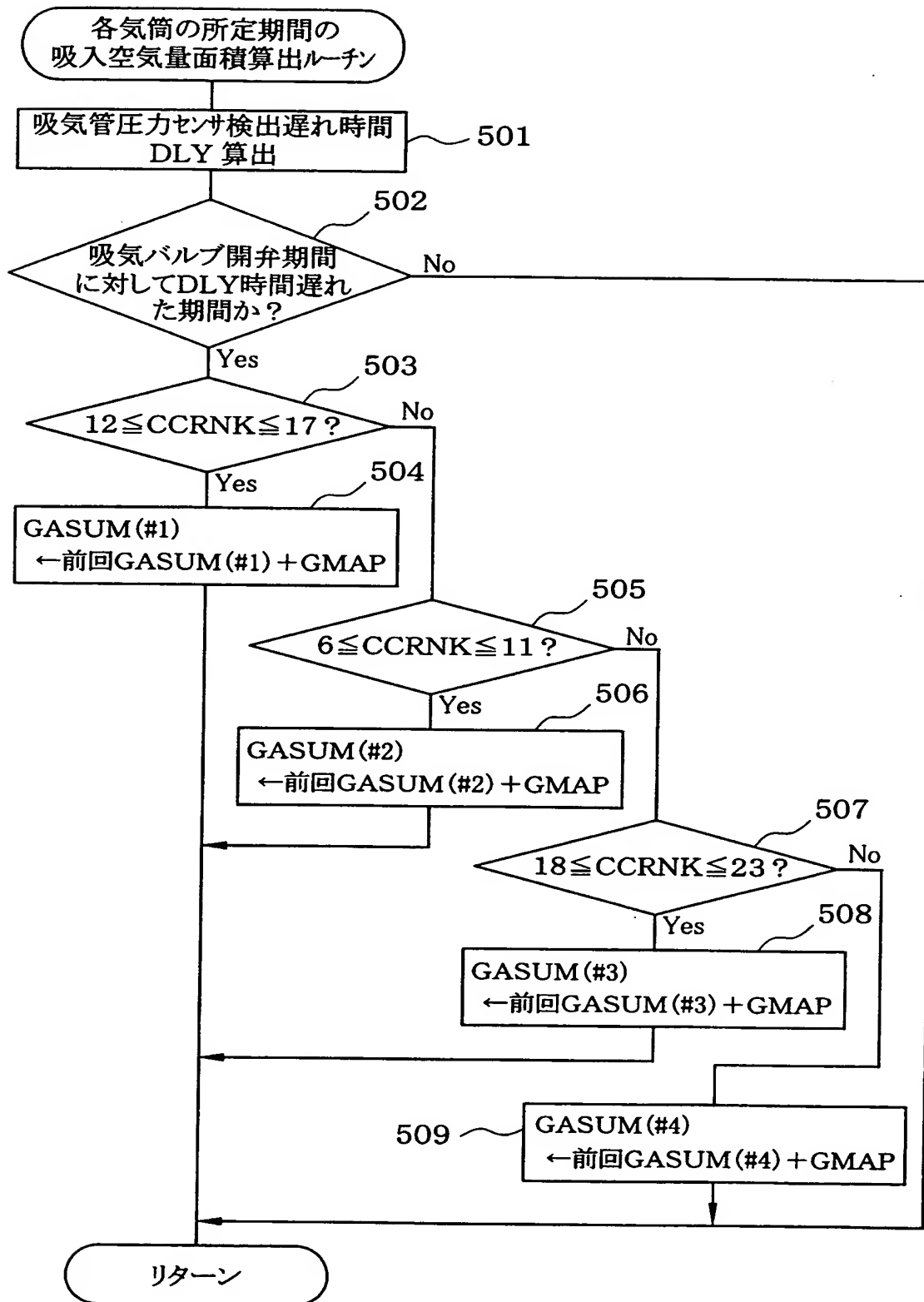
【図 24】



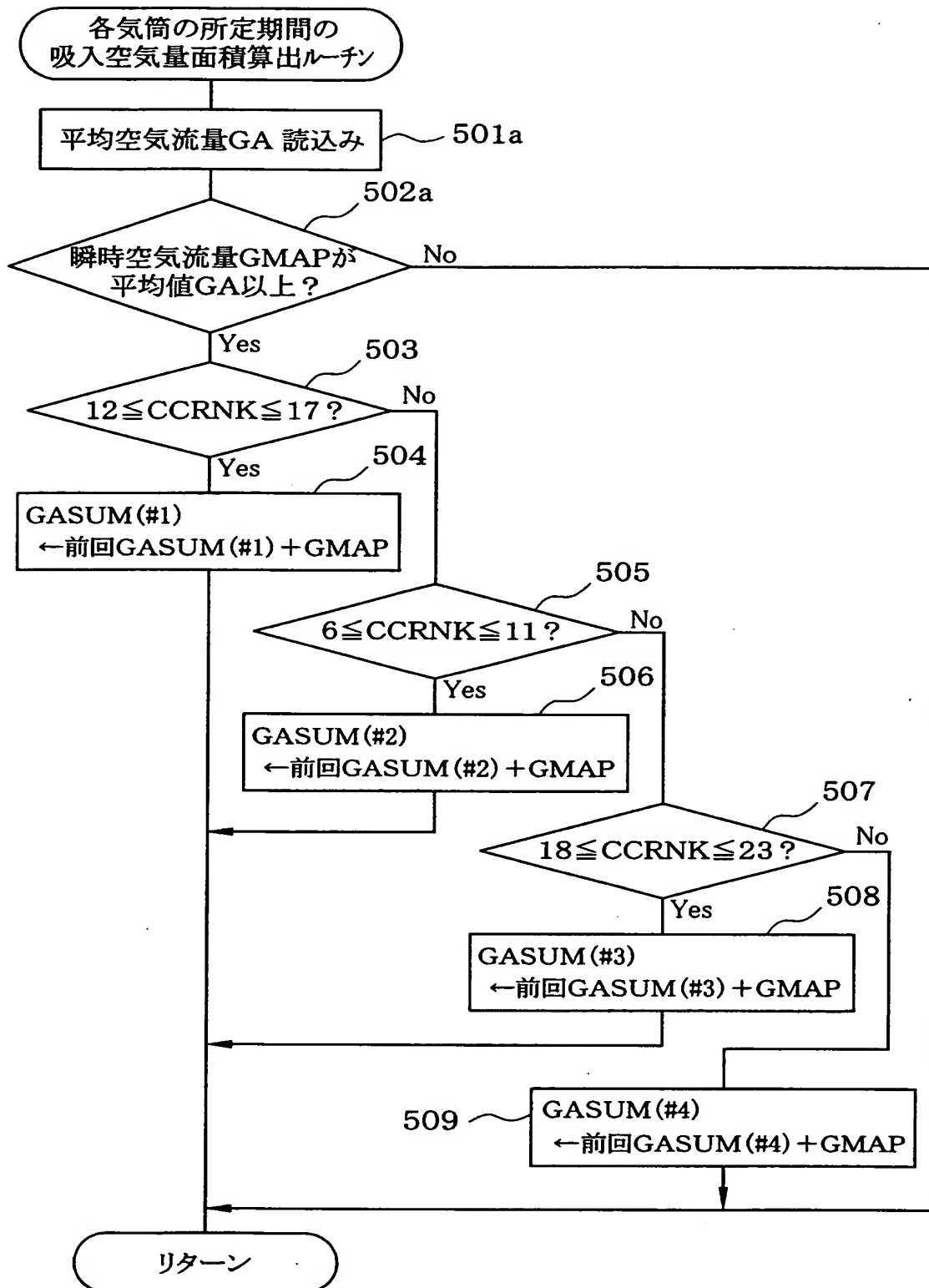
【図 2 5】



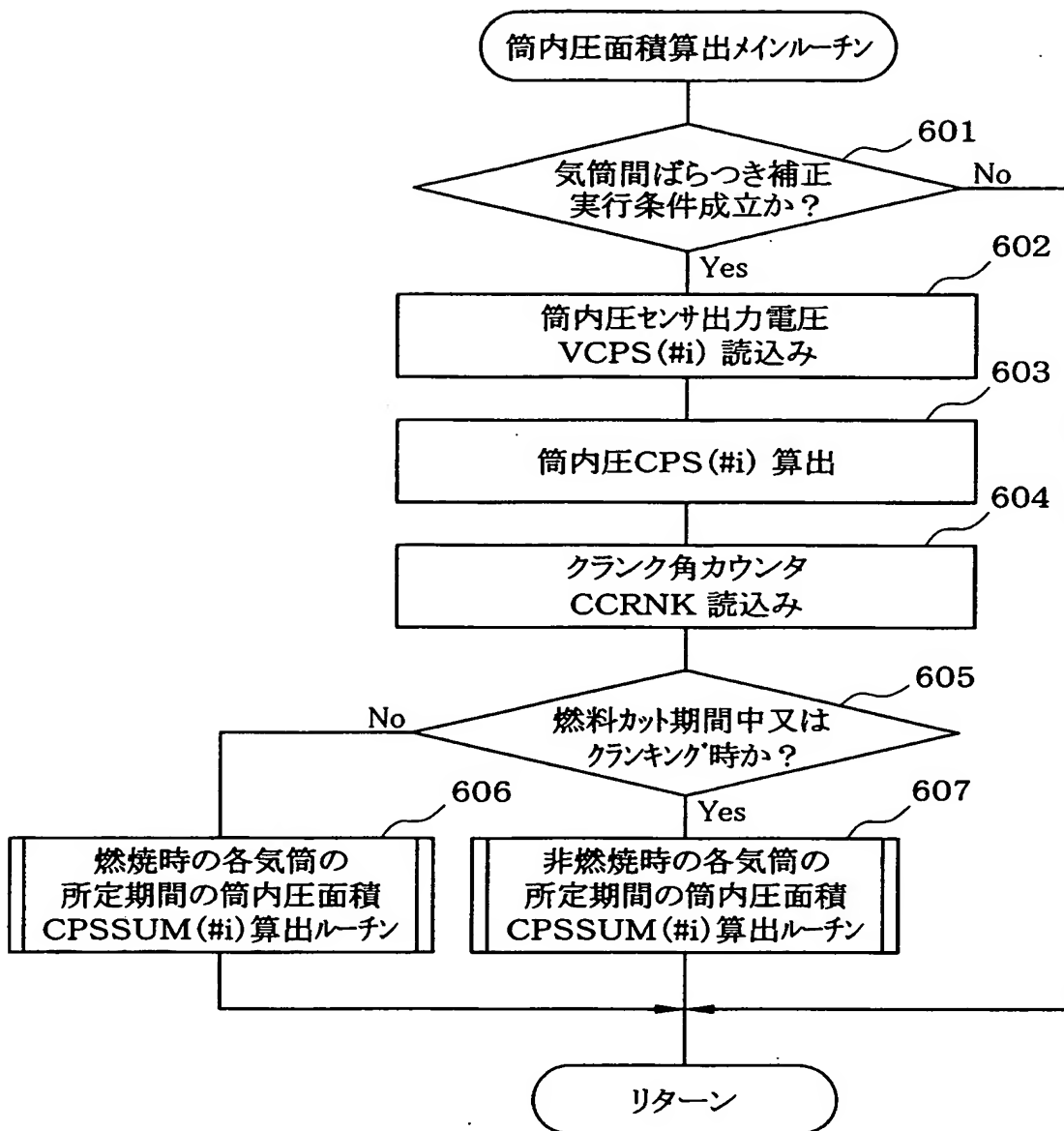
【図 26】



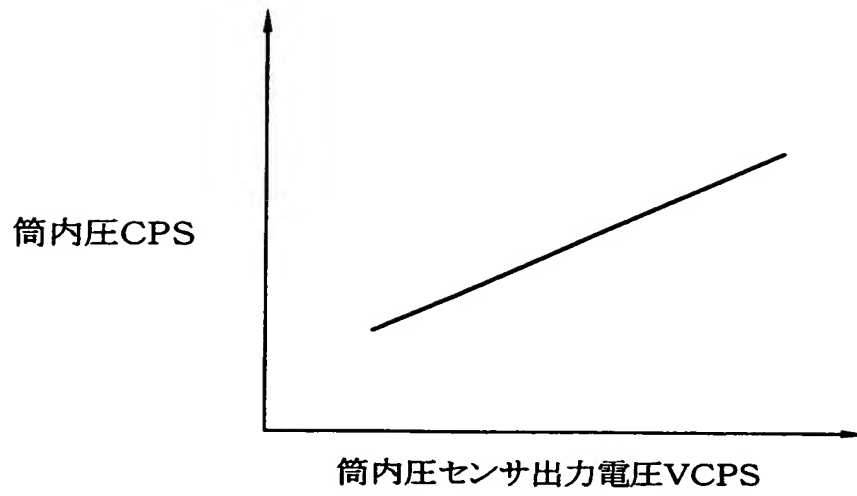
【図 27】



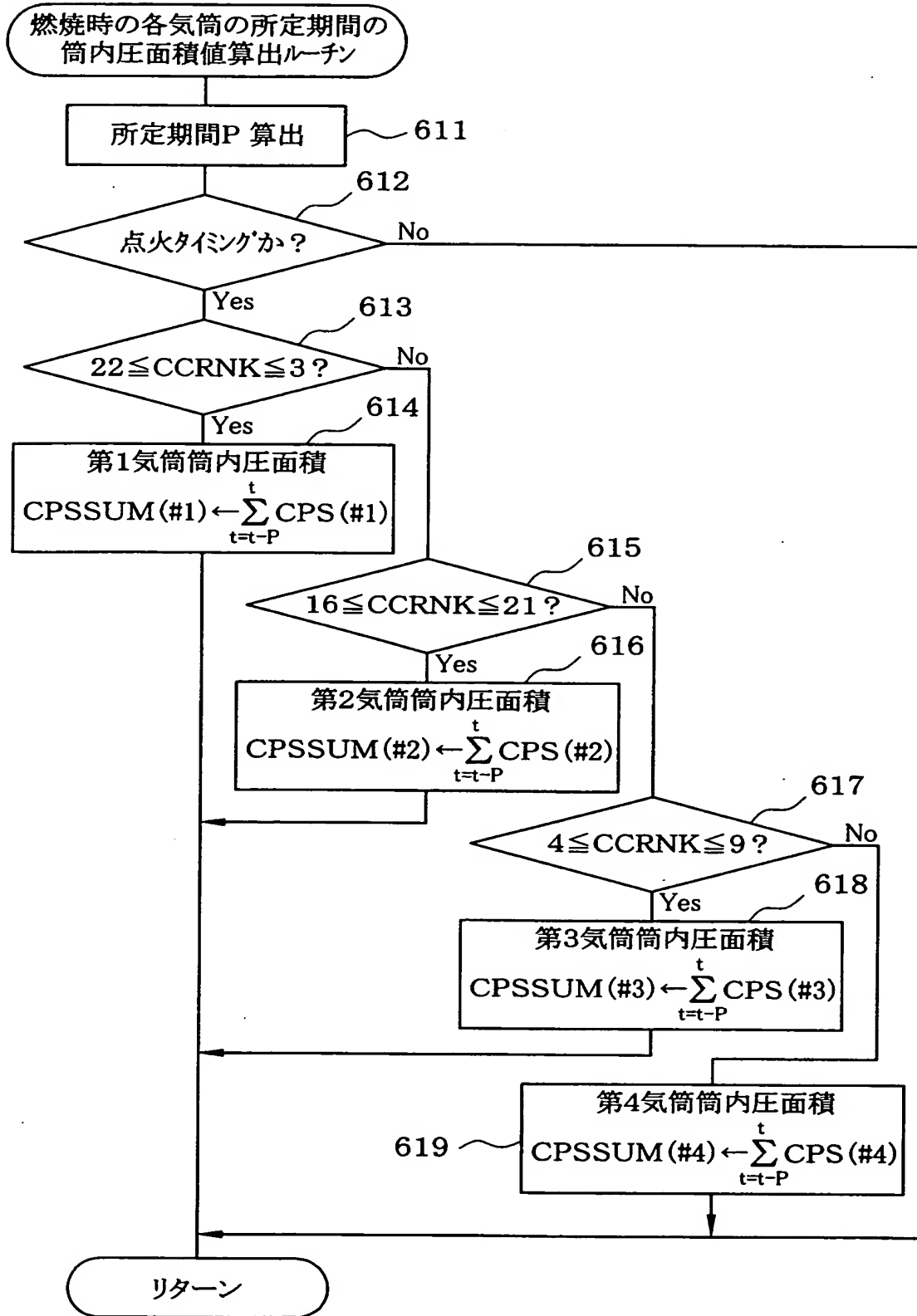
【図 28】



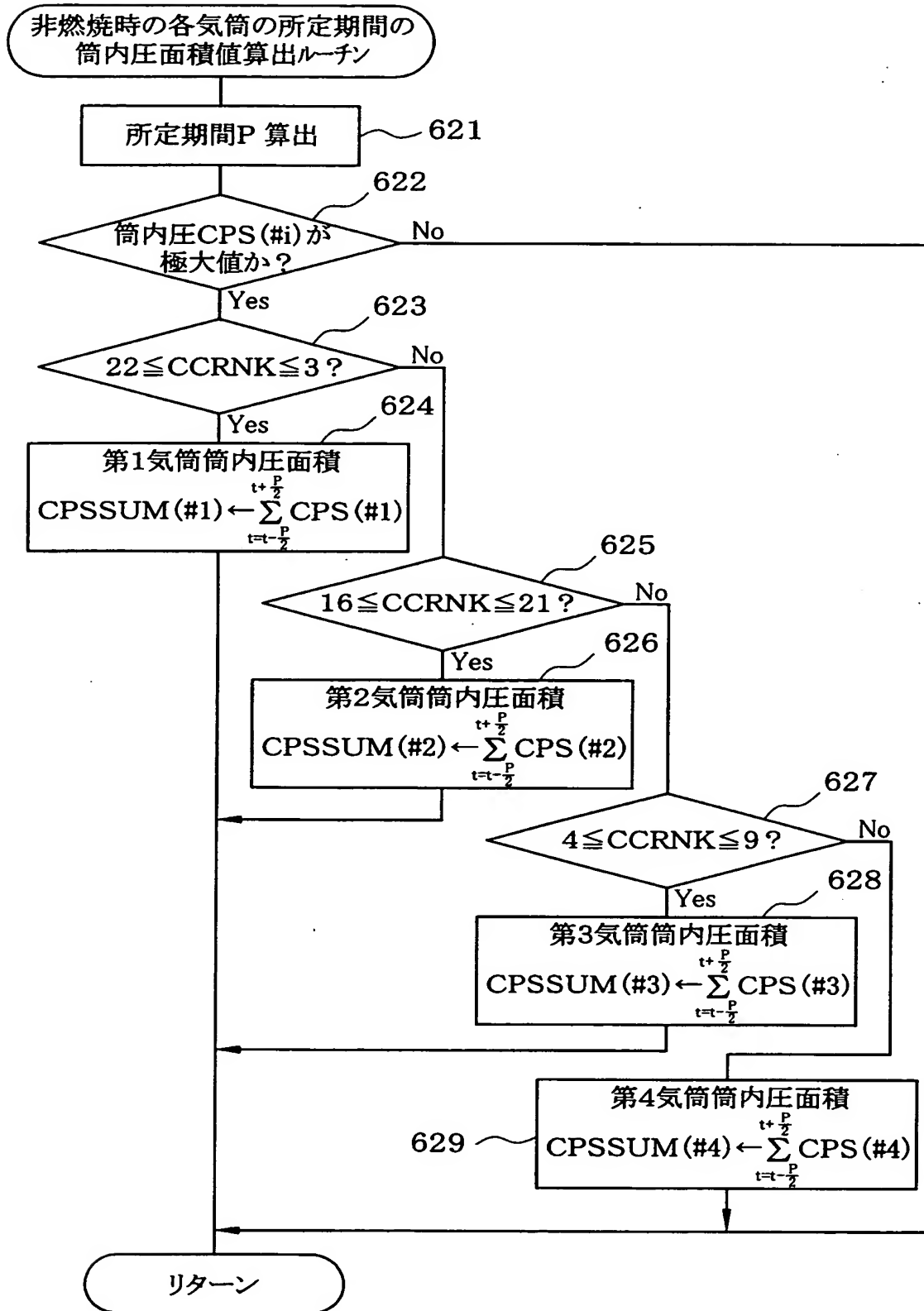
【図 2 9】



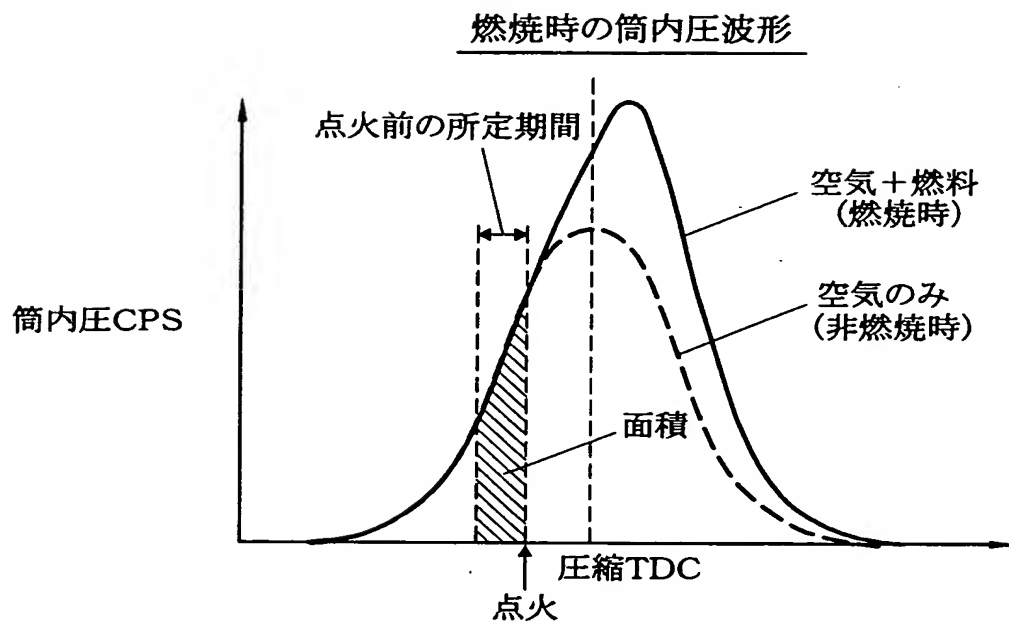
【図 30】



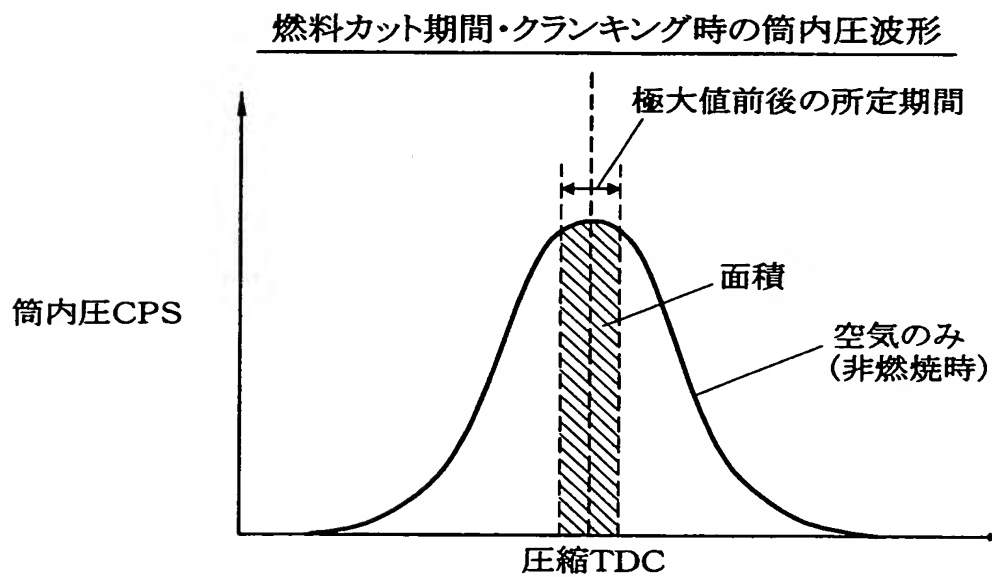
【図 31】



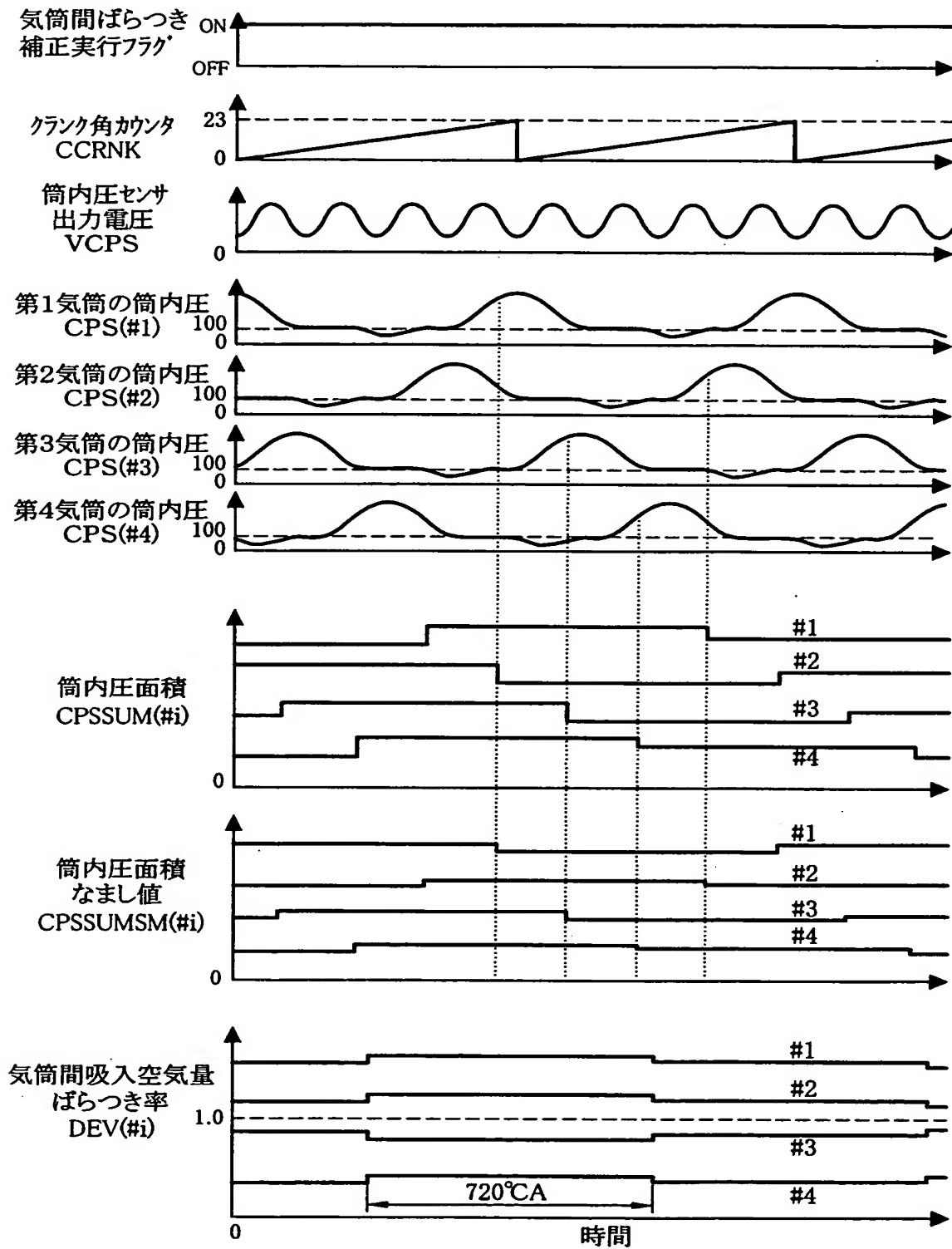
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 34】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 内燃機関の気筒間の吸入空気量ばらつき率を精度良く検出する。

【解決手段】 各気筒の吸気行程毎にエアフローメータ 1 4 の出力波形（吸入空気量）の所定期間の面積を算出し、この面積に基づいて気筒間の吸入空気量ばらつき率を算出した後、この気筒間吸入空気量ばらつき率に基づいて吸気バルブリフト量を補正して、気筒間の吸入空気量のばらつきを補正する。この場合、エアフローメータ 1 4 の出力波形の面積を算出する期間は、吸気脈動の反射波や他気筒の吸気干渉の影響を受けにくい期間、具体的には、吸入空気量の極大値を含む期間に設定したり、吸気バルブの開弁期間に設定したり、或は、吸入空気量が平均値以上となる期間に設定しても良い。尚、吸気バルブの開弁期間に設定する場合は、エアフローメータ 1 4 の検出遅れ時間を考慮して、面積を算出する期間を設定すると良い。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 4 4 8 9 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー